

**Zur Physiologie der Nierenfunktion bei
Frühgeborenen, Neugeborenen und
Säuglingen, unter besonderer
Berücksichtigung von tageszeitlichen
Veränderungen der renalen Wasser- und
Chloridausscheidung sowie der
Wasserstoffionenkonzentration**

Margarete Henselmann

1961



Digitized by the Internet Archive
in 2026

**Zur Physiologie der Nierenfunktion bei
Frühgeborenen, Neugeborenen und
Säuglingen, unter besonderer
Berücksichtigung von tageszeitlichen
Veränderungen der renalen Wasser- und
Chloridausscheidung sowie der
Wasserstoffionenkonzentration**

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Margarete Henselmann
aus München

München 1961

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter:	Professor Dr. HELLBRÜGGE
Mitberichterstatter:	Professor Dr. WEBER
Dekan:	Professor Dr. Dr. H. EYER

Tag der mündlichen Prüfung: 7.2.61



MEINEM VATER IN DANKBARKEIT GEWIDMET

INHALTSVERZEICHNIS

A)	Einleitung	7
B)	Zur Physiologie der Nierenfunktion bei Frühgeborenen, Neugeborenen und Säuglingen, unter besonderer Berücksichtigung von tageszeitlichen Veränderungen der renalen Wasser- und Chloridausscheidung sowie der Wasserstoffionenkonzentration	7
I)	Physiologie der kindlichen Niere	7
	a) Nervöse und humorale Beeinflussung der Nierensekretion	8
	b) Physiologie der reifenden Niere (SMITH)	9
II)	Literaturangaben über tagesperiodische Veränderungen	10
III)	Beobachtungen über tagesrhythmische Veränderungen in der Harnausscheidung	10
IV)	Beobachtungen über tagesrhythmische Veränderungen des im Harn ausgeschiedenen Chlorids	14
V)	Regulation des Säure-Basengleichgewichts durch die Niere. Untersuchung einer Tagesrhythmik des Ph im Harn	15
VI)	Eigene Untersuchungen	16
	1) Methodik	16
	a) Auswahl der Probanden	16
	b) Bestimmung der Harnmenge	17
	c) Bestimmung der Chloride	18
	d) Messung der Wasserstoffionen-Konzentration	19
	2) Art der Berechnung	19
VII)	Eigene Ergebnisse	20
	1) Frühgeborene	20
	2) Neugeborene	21
	3) Säuglinge (1-5 Monate), Säuglinge (6-9 Monate)	24
	4) Kleinkinder	25
	5) 14-jähriges Mädchen	26
VIII)	Diskussion der Ergebnisse	27
	1) Harnmenge	27
	2) Chloride	35
	3) Wasserstoffionenkonzentration	47
IX)	Literaturangaben und eigene Ergebnisse	53
X)	Zusammenfassung	55
XI)	Literaturverzeichnis	56
	Nachwort	59
	Lebenslauf	60

A) •EINLEITUNG

Der Wasserhaushalt im Kindesalter

Die Bedeutung des Wasserhaushaltes im kindlichen Organismus wurde bereits von den verschiedensten Autoren hervorgehoben (FROEBA (13), SMITH, C. A. (41)). Wenn man den Wassergehalt des heranwachsenden Organismus mit dem eines Erwachsenen vergleicht, so ergeben sich nach CAMERER (8), SÖLDNER und STEINITZ folgende Verhältnisse: Der menschliche Embryo besteht zu 94% aus Wasser, der Neugeborene zu 66%, während der Wassergehalt des erwachsenen Körpers nach diesen Autoren mit etwa 58% angesetzt werden muss.

Da die Nierenfunktionen im frühen Kindesalter nur mangelhaft entwickelt sind, ist viel Wasser nötig zur Ausscheidung von Salzen und Stoffwechselprodukten. Schon durch diesen starken Bedarf an zur Ausscheidung verfügbarer extracellulärer Flüssigkeit wird die Labilität des kindlichen Wasserhaushaltes verständlich. Bereits ein geringer Wassermangel kann wegen Unfähigkeit der kindlichen Niere, höher zu konzentrieren, zu empfindlichen Salzretentionen führen.

Daher neigt der Säugling einerseits leicht zu Ödemen, andererseits zur Exsikkose. Daraus wird ersichtlich, dass der Säugling trotz seines relativ hohen Wasseranteils nur eine geringe Wasserspeicherungsfähigkeit besitzt, die er durch häufiges Verlangen nach Flüssigkeit auszugleichen versucht. Junge Säuglinge brauchen daher 6 Mahlzeiten, ältere 5 bzw. 4 Mahlzeiten. Bei warmer Witterung wird daher auch seit altersher von Pflegepersonen Tee oder andere elektrolytarne Flüssigkeit zugefüttert.

B) Zur Physiologie der Nierenfunktion bei Frühgeborenen, Neugeborenen und Säuglingen, unter besonderer Berücksichtigung von tageszeitlichen Veränderungen der renalen Wasser- und Chloridausscheidung sowie der Wasserstoffionenkonzentration

I. PHYSIOLOGIE DER KINDLICHEN NIERE

Im folgenden sollen anhand eines kurzen Studiums die in der Literatur niedergelegten Erkenntnisse über die Physiologie der renalen Ausscheidung dargestellt werden, wobei insbesondere auf Harnmenge, Chloridausscheidung und Wasserstoffionenkonzentration eingegangen wird. Weiterhin verglichen wir die eigenen Untersuchungen bei Frühgeborenen, Neugeborenen, Säuglingen sowie Kleinkindern mit den in der Literatur wiedergegebenen Beobachtungen. Unsere Untersuchungen wurden unter besonderer Berücksichtigung von tageszeitlichen Veränderungen der soeben genannten renalen Ausscheidungsfunktionen durchgeführt. Es sollte dabei der Wechsel von ergotroper und trophotroper Phase des Vegetativums auf die Ausscheidungstätigkeit der Nieren untersucht werden.

a) Nervöse und humorale Beeinflussung der Nierensekretion:

Nach der Auffassung von HESS (22) über die funktionelle Organisation des vegetativen Nervensystems sind die tageszeitlichen Veränderungen der vegetativen Funktionen als eine Umschaltung von ergotropen auf trophotrope Phasen aufzufassen. Dabei ist nicht die Niere als selbständiges Organ zu betrachten, das allein für die Ausscheidung der Stoffe und die Menge des ausgeschiedenen Harns verantwortlich wäre, vielmehr muss nach RODECK (38) eine unmittelbare Einflussnahme des sympathischen wie des parasympathischen Systems auf die Regulation des Wasserhaushaltes angenommen werden.

Die Durchblutungsgrösse der Niere bleibt jedoch weitgehend konstant. Dies geschieht wahrscheinlich durch eine Veränderung der Ateriolenweite in den Vasa afferentiae (RITTER 36), wodurch eine Quellung und Entquellung der sogenannten Polkissen entsteht. Einen gewissen Grad von verminderter Durchblutung haben wir bei schwerer körperlicher Arbeit, bei Kalte bei Schmerz und bei Blutverlusten.

Der wesentliche Faktor der hormonalen Rückresorption ist das Adiuretin. Nach neueren Untersuchungen von BARGMANN, W. SCHARRER, E. (1) wird das Adiuretin auch in den hypothalamischen Kernarealen gebildet und vorwiegend auf dem Wege über den Tractus supraoptico-hypophyseus in den Hypophysenhinterlappen geleitet, wo die Speicherung und Ausschüttung erfolgen soll. Die obligate Wasser-rückresorption, die etwa $\frac{4}{5}$ des Primärharnvolumens beträgt, ist eng mit der Sekretion der Mineralocorticoide verbunden. Das Wasser im proximalen Tubulusabschnitt ist osmotisch gebunden (BANSI 2). Osmotisch wirksame Substanzen sind vor allem Natrium und Chlor. Die Wasserreabsorption erfolgt zwangsweise auf die Zurrücknahme von Natrium und Chlor in diesen Tubulusabschnitten. SMITH, H. (40) bezeichnet diesen Vorgang als obligatorische Phase der Wasserreabsorption.

Neben der Regulation des Wasserhaushaltes erhält der distale Tubulusabschnitt der Niere das Säure-Basen-Gleichgewicht des Organismus. Durch die Ausscheidung von sauren Valenzen und die Rückresorption von Natrium wird das "Milieu Interne" im Bereich der Körperflüssigkeit erhalten. Zunächst ist der in die Bowmannsche Kapsel eingetretene Primärharn ebenso schwach alkalisch wie das Blut (7, 33 - 7, 40). Die beiden wesentlichen Puffersysteme des Blutes, das Bikarbonatsystem und das System der Phosphate gelangen daher auch in annähernd gleicher Konzentration in den Primärharn wie sie im Plasma vorhanden sind. Durch die Tätigkeit eines kohlenensäurespaltenden Fermentes der Carboanhydrase, die in den Tubuluszellen gebildet wird, kommt es zur Abdissoziation von Wasserstoffionen aus Kohlensäure. Diese Wasserstoffionen werden gegen Natriumionen aus dem Tubulusharn ausgetauscht. Das Wasserstoffion tritt in den Tubulusharn über und säuert diesen an (PITTS 32). Das Natriumion gelangt als Natriumbikarbonat wieder zurück ins Blut, und wird so dem Organismus als Regler erhalten.

Bei einem besonders starken Anfall von Säuren wird im distalen Tubulus aus manchen Aminosäuren Ammoniak gebildet. Die Niere kann das NH_4 gegen Natrium austauschen; somit kann der Organismus freie Salzsäure und freie Schwefelsäure

völlig neutralisiert ausscheiden, ohne dabei Natrium zu verlieren. Die Ausscheidung dieser Säuren erfolgt (nach MÜLLER, SEIFERT (31)) proportional der Wasserstoffionenkonzentration des Urins.

b) Physiologie der reifenden Niere:

Im folgenden soll der Reifungsvorgang der kindlichen Niere ausführlicher beschrieben werden. Eingehende Untersuchungen darüber wurden unter anderem von SMITH C. A. (41) und Mitarbeitern veröffentlicht.

Die Niere unterscheidet sich von anderen Organen wie Herz und Lunge durch ihre gleichmässig fortschreitende morphologische Entwicklung, die auch durch das Geschehen der Geburt nicht wesentlich beeinflusst wird.

Im 4. Schwangerschaftsmonat also schon vor der Geburt, enthält die Blase des Fötus Urin, der in der Amnionflüssigkeit nachgewiesen werden kann. Wieviel genau von der Amnionflüssigkeit aus der Niere des Fötus stammt, ist nicht bekannt.

Die Nieren des Fötus erscheinen im praenatalen Leben nur sehr wenig Urin zu erzeugen. Dieser Urin ist dünnflüssig und verglichen mit dem Blutplasma hypotonisch. Bei der Geburt enthält die Blase durchschnittlich ca. 45 ccm Urin.

Die Aufgaben der Niere werden während des fötalen Lebens von der Placenta übernommen. Eine praktische Bedeutung hat die Niere während dieser Zeit nicht. Dies wird dadurch bewiesen, dass Kinder geboren wurden, die trotz fehlender Niere oder Harnwege völlig normal entwickelt waren (zitiert nach SMITH (41)). Die Nierenfunktion des Neugeborenen ist ebenfalls noch vermindert. So konnten Mc CANCE und YOUNG (9) durch verschiedene Nierenclearanceuntersuchungen beweisen, dass die glomeruläre Filtrationsquote, bezogen auf die Körperoberfläche beim Kind beträchtlich niedriger ist als beim Erwachsenen. Die Leistungsfähigkeit der Erwachseneniere wird nach Mc CANCE von der kindlichen Niere ungefähr im Alter von 2 Jhr. erreicht. Die geringe Tubulusfunktion des Säuglings zeigt sich in der unzureichenden Phosphatausscheidung. Trotz des hohen Phosphatspiegels scheidet der Säugling nur geringe Mengen Phosphat aus und die Clearance ist viel niedriger als die des Erwachsenen. Die geringe Phosphatausscheidungsfähigkeit der unreifen Niere erklärt die Neigung des Säuglings zur Acidosis (SMITH (41)). Von DROESE (12) wurde vor allem die Bedeutung der metabolischen Acidose in diesem Zusammenhang hervorgehoben und auf den Wert einer der Säuglingsniere angepassten Ernährung an Hand genauer Untersuchungen hingewiesen. Das Gleiche gilt in verstärktem Masse für den Frühgeborenen. Der Erwachsene kann durch seine Phosphate erhebliche Mengen an sauren Valenzen ausscheiden, ohne sie an feste Basen oder Ammoniak binden zu müssen.

Nach Untersuchungen von SMITH (41) ist auch die Konzentrationsfähigkeit der Säuglingsniere erst einige Monate nach der Geburt einer Erwachseneniere gleichzusetzen. Daraus folgt, dass der junge Säugling mehr Urin produzieren muss, um die gleiche Menge fester Substanz ausscheiden zu können wie der Erwachsene.

II. LITERATURANGABEN ÜBER TAGESPERIODISCHE VERÄNDERUNGEN

"Unter Tagesrhythmus oder Tagesperiodik verstehen wir die in regelmässigen Zeitabständen folgende Wiederkehr nicht von Gleichem, sondern von Ähnlichem". So formulierte KLAGES (26) die bei sehr vielen Lebewesen auftretenden Tagesperioden. Der Einfluss der Umwelt ist zweifellos bei manchen rhythmisch verlaufenden Lebensäusserungen vorhanden. Diese exogenen Rhythmen helfen sinnvoll mit, die vegetativen Funktionen des Organismus zu schützen. Jedoch gibt es auch angeborene Rhythmen, die von der Umwelt nicht ohne weiteres beeinflussbar sind. Letztere bezeichnet man als endogene Rhythmen.

JORES (24) konnte beim Menschen einen 24-Stundenrhythmus im Glykogen-Stoffwechsel der Leber nachweisen. Er fand, dass morgens der Glykogengehalt im Blut niedrig, mittags am Höchsten, gegen Abend wieder niedrig ist. Auch der Verlauf der Körpertemperatur zeigt ein Maximum gegen 17 Uhr und ein Minimum gegen 5 Uhr. Bei der zusammenfassenden Beobachtung verschiedener tagesperiodisch verlaufender Lebensfunktionen fällt auf, dass manche als Rhythmen gleichgeschaltet verlaufen (JORES (24)). Nach Völker haben Blutdruck, Pulsfrequenz und Kapillarweite alle ihre Höchstwerte gegen 18 Uhr, den Mindestwert um 4 Uhr. Neuere Untersuchungen von LANGE (29) ergaben für die Pulsfrequenz im Kindesalter eine tiefe Nachtsenke und eine zusätzliche Mittagssenke zu höheren Tagwerten. Im Schulalter weist die Tagesperiodik der Pulsfrequenz zwischen 7 und 10 Uhr und gegen 17 Uhr einen Maximalwert auf. Mit Zunahme des Lebensalters wurden die Gipfel und Senken der Tageskurven nach rechts verschoben.

III. BEOBACHTUNGEN ÜBER TAGESRHYTHMISCHE VERÄNDERUNGEN DER HARNMENGE

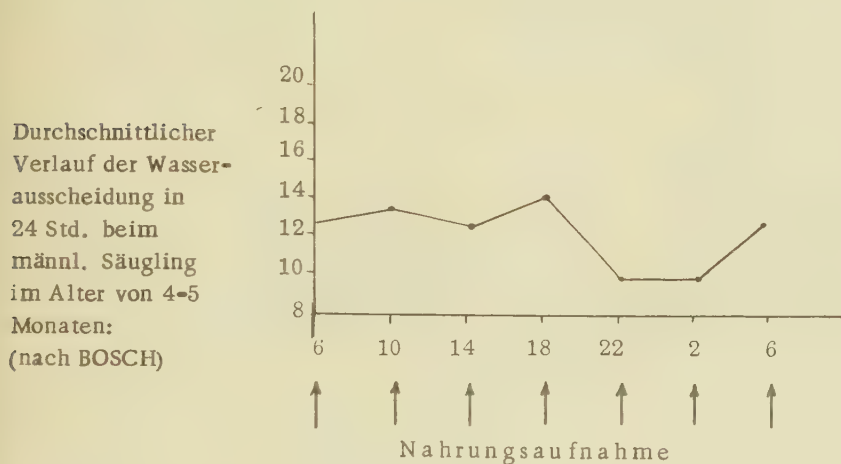
Wie bei verschiedenen anderen Körperfunktionen konnte auch eine derartige Rhythmik in der ausgeschiedenen Harnmenge beim Erwachsenen nachgewiesen werden. Schon SCHWEIG (1843) und VOGEL (1854) (43) haben ausgeführt, dass die Harnmengen nachts geringer als am Tage sind (zit. JORES (24)).

Nach QUINKE und WENDT (34) übt der Schlaf eine hemmende Wirkung auf die Nierensekretion aus. CAMPBELL und WEBSTER (10) wiesen dagegen nach, dass auch bei einer umgestellten Lebensweise, wie das bei Nachtarbeitern der Fall ist, für eine gewisse Zeit der Rhythmus in der Wasserausscheidung bestehen bleibt. Die Verschiebung der Nahrungsaufnahme vom Tag auf die Nacht änderte diesen Rhythmus nicht. Nach JORES handelt es sich bei der Wasserausscheidung um einen echten 24-Stunden-Rhythmus, also einen endogenen Rhythmus, der sich unabhängig von der Lebensweise vollzieht.

Es sei betont, dass JORES (24) der Lebensweise, insbesondere der fehlenden Flüssigkeits- und Nahrungszufuhr in der Nacht einen verstärkten Einfluss einräumt, diese aber nicht als Ursache anerkennt.

BOSCH (4) untersuchte beim männlichen Säugling im Alter von 4-5 Monaten den Verlauf tagesperiodischer Schwankungen im Wasserhaushalt. Um 6, 10, 14, 18 und 22 Uhr gab er gleich grosse Mahlzeiten von gleicher Zusammensetzung und beobachtete dabei die Harnausscheidung im Verlauf von 24 Stunden.

74% der vorausgegangenen Mahlzeit wurden zwischen 6 und 10 Uhr ausgeschieden, 78% zwischen 10 und 14 Uhr, 93%, also die grösste Menge, zwischen 14 und 18 Uhr und zwischen 18 und 22 Uhr nur 58%. Die Ausscheidung zwischen 22 und 2 Uhr betrug 60, 5%.



Im Gegensatz zu BOSCH (4), der nur eine Altersgruppe untersuchte, beobachtete FRÖBA (13) Kinder verschiedenen Alters, um die Ausbildung der Rhythmik im Verlauf des Säuglings- und Kleinkindesalters feststellen zu können. Er untersuchte sieben Gruppen von Kindern im Alter von 1-15 Monaten. Im 1. und 2. Lebensmonat war noch keine Rhythmik erkennbar. Lediglich um 10 Uhr morgens zeigt die Kurve der Kinder im Alter von 2 Monaten eine vermehrte Ausscheidung. Die Einzelentleerungen waren bei den 3 und 4 Monate alten Kindern tags häufiger als nachts, die Harnmenge dagegen war nachts grösser als am Tage. Im Alter von 5 Monaten waren sowohl die Einzelentleerungen als auch die Harnmenge am Tag grösser als in der Nacht. Dieses Kurvenbild wurde noch deutlicher bei Kindern im Alter von 6 Monaten. Die Hauptausscheidung lag zwischen 8 und 14 Uhr, das Minimum zwischen 4 und 5 Uhr nachts. Das Maximum der Ausscheidung lag bei den meisten Säuglingen um die Mittagszeit.

Abbildung nach FRÖBA (13):
 FRÖBA untersuchte 8
 Gruppen von Kindern im
 Alter von 1-15 Monaten.
 Im 1. Monat war noch
 keine Rhythmik erkenn-
 bar. Im 3. Monat war
 eine Rhythmik angedeutet,
 die sich bis zum 6. Monat
 deutlich ausbildet.
 Die Hauptausscheidungs-
 zeit liegt zwischen 8 und
 14 Uhr, die Mindestaus-
 scheidungszeit liegt zwi-
 schen 4 und 5 Uhr.

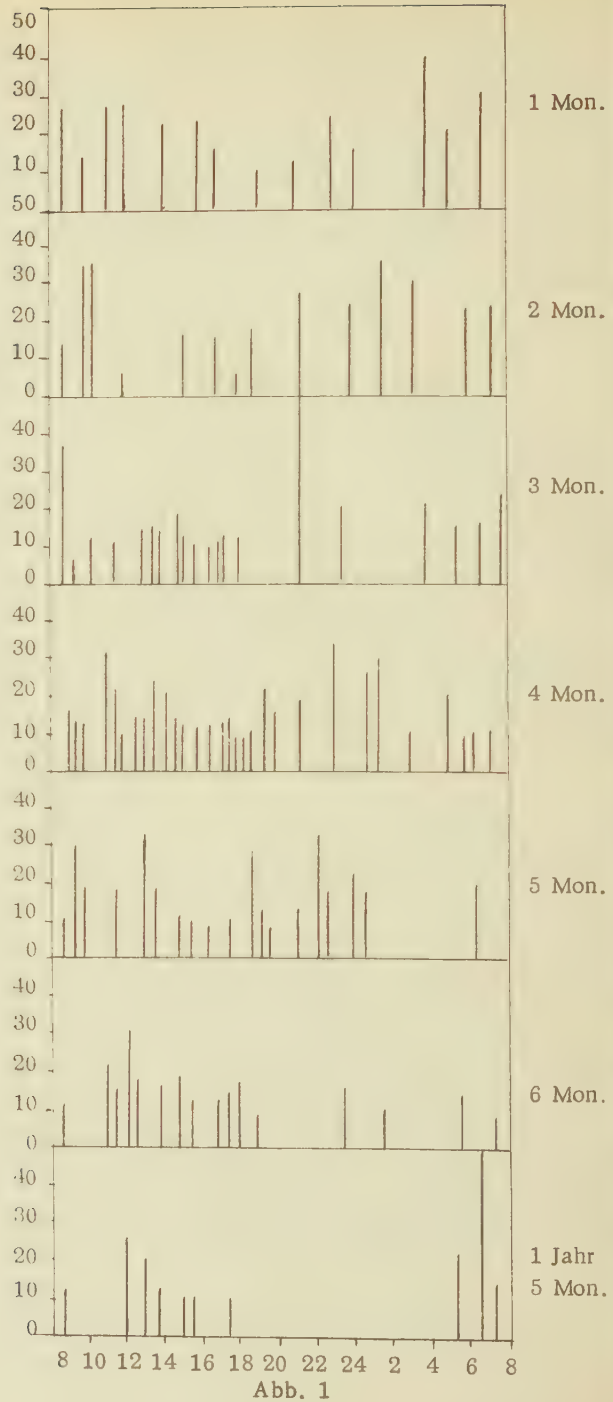


Abb. 1

Die folgenden Ergebnisse von HUNGERLAND (23) und EVERKE sind aus den "Biologischen Daten für den Kinderarzt" von J. BROCK (5) entnommen.

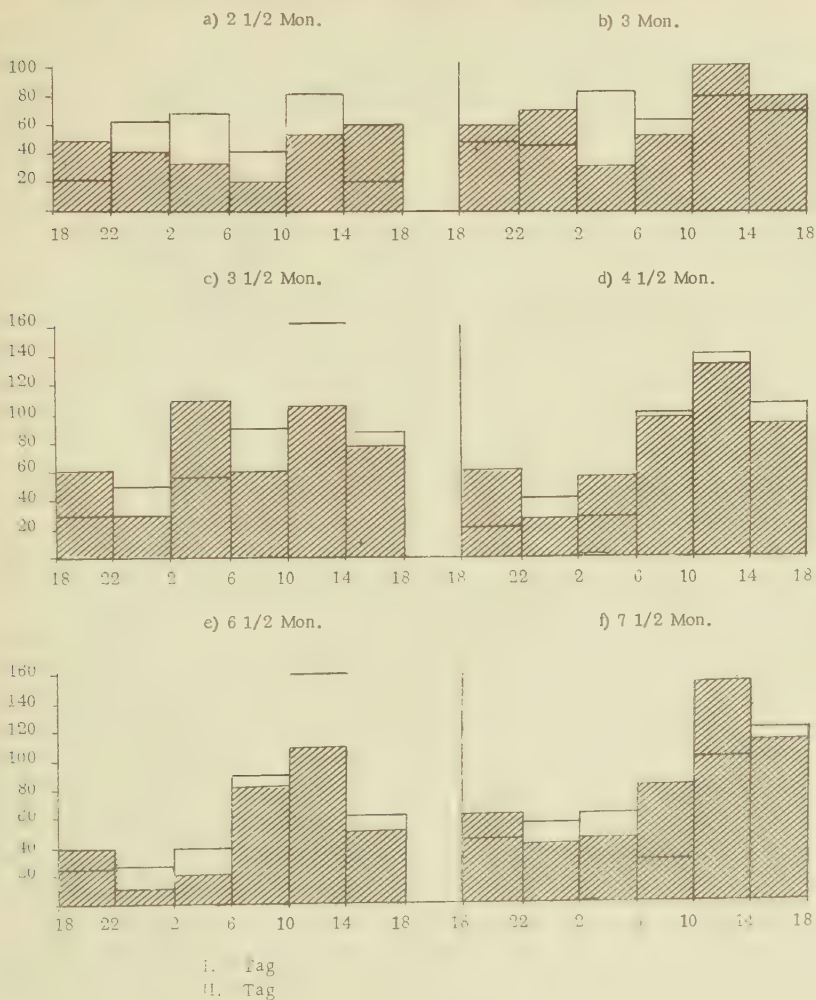


Abb. 2

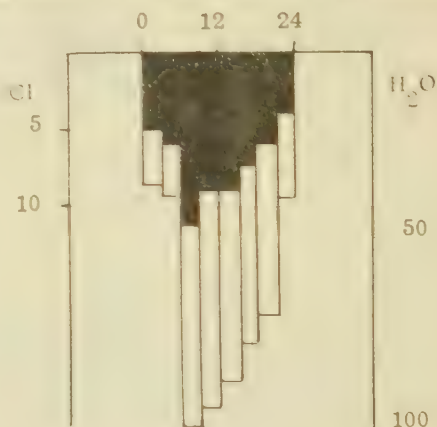
Abb. 2: HUNGERLAND - EVERKE: (23)

Die in den einzelnen Perioden (18-22, 22-2 Uhr usw.) im Verlauf eines Tages gelassenen Harnmengen werden mit den am folgenden Tage ausgeschiedenen Harnmengen verglichen. Übereinstimmung im Rhythmus findet sich nur im Fall d und e. Ein deutliches Maximum zwischen 10 und 14 Uhr findet sich in den Fällen e und f einmal, in den Fällen d und e an beiden Tagen. Das Alter der Säuglinge ist aus der Tabelle zu ersehen.

IV. BEOBSACHTUNGEN ÜBER TAGESRHYTHMISCHE VERÄNDERUNGEN DES IM HARN AUSGESCHIEDENEN CHLORIDS

Die rhythmischen Änderungen der Wasserausscheidung gehen mit gleichsinnigen Änderungen der Elektrolytausscheidung einher. BORST und DEVRIES (3) beobachteten folgende Durchschnittswerte:

Es wird also nachts weniger Cl ausgeschieden. Diese verminderte nächtliche Chlorausscheidung stellte HEGAR (20) schon 1853 fest.



Inwieweit hängt nun die Chloreinschränkung mit der Einschränkung der Harnmenge zusammen?

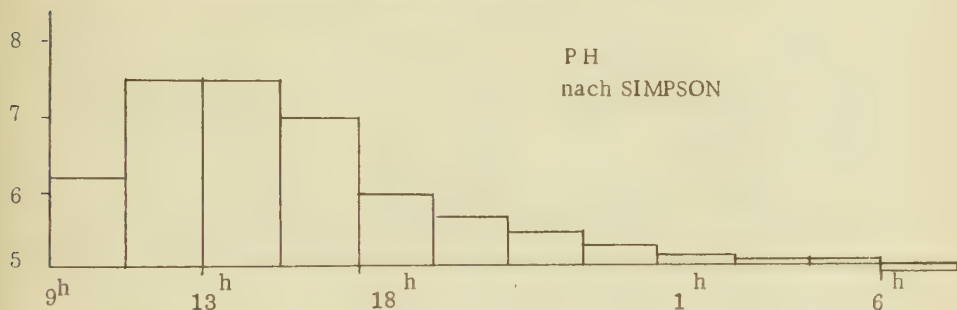
Verschiedene Autoren (zitiert nach JORES (24)) fanden eine eindeutige Verminderung der Chlorausscheidung zur Nachtzeit trotzdem die Harnmenge nachts nicht vermindert war. Ebenso berichteten STEHR und RUTENFRANZ (43) über einen Fall von Diabetes insipidus infolge Craniopharyngiom, bei dem trotz gleichbleibend hoher Harnmenge während der Nacht eine deutliche tageszeitliche Verschiedenheit in der renalen Phosphat- und Chlorausscheidung vorhanden war. Auch diese Autoren konnten eine Verminderung der Chlorausscheidung während der Nachtstunden feststellen.

Ein gleichsinniges Verhalten wie die renale Chlorelimminierung zeigt die Chloridkonzentration des Blutes. So stellte JORES (24) fest, dass der Chloridgehalt des Gesamtblutes unabhängig vom Schlaf in den Nachtstunden absinkt, während er am Morgen ansteigt und gegen 15 Uhr seinen Höchstwert erreicht.

V. REGULATION DES SÄURE-BASENGLEICHGEWICHTS DURCH DIE NIERE.

Untersuchung einer Tagesrhythmik des Ph im Harn

Gleichzeitig wird von JORES (nach SIMPSON) über die Acidität des Harns berichtet. Diese erwies sich nachts grösser als am Tag.



Die Untersuchungen von KLEITMANN und JORES (27) ergaben, dass sich die Acidität des Harnes bei einer Umkehr der Lebensweise verändert. Bei Schlafentzug lassen sich nach KLEITMANN und KRÖTZ (28) zwischen Tagharn und Nachtharn keine Aciditätsunterschiede feststellen.

Die neueren Untersuchungen von ROSENKRANZ (35) ergaben beim Vergleich des Harnionogramms des Tagharns und des Nachtharns bei stoffwechselgesunden Kindern folgende regelmässig vorhandene Unterschiede. Nachts fand sich eine vermehrte Ausscheidung von Wasserstoffionen. Diese wurden in Form des Ammoniums und der titrierbaren Säuren ausgeschieden. Das Ionogramm zeigte eine gesteigerte Konzentration dieser beiden Ionen. Ferner lässt sich in der Nacht ein Rückgang in der Ausscheidung von Bikarbonat, sowie der fixen Basen Natrium, Kalium und Chloride nachweisen. Da für die Ionenregulationsmechanismen eine gesunde Niere vorhanden sein muss, kann man diese Untersuchungen als Funktionsprüfung des Tubulus perates heranziehen.

Auf die besonderen Verhältnisse im Säure-Basenhaushalt des Frühgeborenen wies DROESE W. (12) hin: Durch die Unfähigkeit der Frühgeboreneniere Phosphat genügend zu konzentrieren und durch eine Unreife vor allem im Kohlehydratstoffwechsel dessen Folge eine Anhäufung org. Säuren ist, kommt es im Blut zu einer Erhöhung des Phosphates, des Chlors und der org. Säuren. Das Eiweiss und die Bikarbonate sind erniedrigt. Es handelt sich also um den Zustand einer metabolischen Acidose. Die Labilität des Säure-Basen Haushaltes bei Frühgeborenen kommt zum Ausdruck, wenn selbst geringe Nahrungsänderungen Verschiebungen im Säure-Basen Gleichgewicht zur Folge haben.

Eine Korrelation zwischen Körpergewichts- und Harnaciditätskurve der der zu diesen Kurven antagonistisch ausgeschiedenen Harnmengen glaubten PUTZIG und VOLLMER (33) erkennen zu können. Diese Autoren wiesen nach, dass der Gipfelpunkt der Gewicht

dass der Gipfelpunkt der Gewichtskurve zeitlich mit der höchsten Harnacidität sowie der geringsten Harnsekretion und niedrigsten Körpertemperatur zusammenfällt.

VI. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

1. METHODIK

a) Auswahl der Probanden:

Wir untersuchten 18 Kinder im Alter von 1-22 Monaten, die wir nach dem Alter in 5 Gruppen einteilten. Dadurch versuchten wir den Zeitpunkt der kindlichen Entwicklung festzustellen, an dem tagesperiodische Veränderungen der renalen Funktionen auftreten.

Die von uns gebildeten Gruppen umfassten Neugeborene im Alter von 1-3 Wochen, normalgeborene Säuglinge im Alter von 1-5 Monaten und Frühgeborene ebenfalls im Alter von 1-5 Monaten. Durch die Gegenüberstellung der beiden letzten Gruppen versuchten wir festzustellen, ob sich frühgeborene Kinder in der Entwicklung ihrer Nierenfunktion anders verhalten als normalgeborene Kinder der gleichen Altersgruppe. Ausserdem wurde noch je eine Gruppe von Säuglingen im Alter von 6-9 Monaten und eine Gruppe von Kleinkindern im Alter von 6-22 Monaten untersucht. Da sich zur Zeit der hier beschriebenen Untersuchungen die Gelegenheit bot, ein 14 jhr. Mädchen mit einer Querschnittslähmung im Lumbosakralbereich mit Blasenfistel in unsere Untersuchungen einzubeziehen, wurden die bei diesem Kinde zweiständig gewonnenen Urinportionen ebenfalls ausgewertet. Die Gesamtzahl der Einzeluntersuchungen betrug 2718.

Wie in Tab. 1 dargestellt, setzte sich das Untersuchungsgut wie folgt zusammen: (siehe Seite 17)

Wir fanden geeignete Kinder in der Orthopädischen Klinik, die für die Dauer unseres Versuches in Gipsschalen lagen. Über die einzelnen Kinder sind aus Tabelle 2 nähere Angaben zu entnehmen.

In fortlaufenden Nummern sind die Kinder nach dem Alter geordnet. Weiterhin wurden die Versuchsdauer und Körpergewicht angegeben.

b) Bestimmung der Harnmenge

Wie aus Tabelle 2 zu ersehen ist, wählten wir nur männliche Säuglinge und Kleinkinder aus, da bei ihnen die Uringewinnung durch Kolben leichter und ohne Verlust durchgeführt werden konnte. Die älteren Säuglinge und Kleinkinder hatten zwar während der Versuchszeit nur wenig Bewegungsfreiheit, um Urinverluste zu vermeiden. Sie gewöhnten sich aber rasch an diesen Zustand und fielen gegenüber anderen Kindern nicht durch ihr Verhalten auf. Um die Ergebnisse möglichst wenig durch die Nahrung zu beeinflussen, stellten wir die Säuglinge aus der Kinderpoliklinik und der I. Frauenklinik auf 6 Mahlzeiten ein, die in der KPK um 7, 10, 14, 18, 22 und 2 Uhr, in der Frauenklinik um 1/2 8, 1/2 11, 15, 19, 23 und 3 Uhr gegeben wurden. Die Kinder aus dem Säuglingsheim bekamen 5 Mahlzeiten und

Altersgruppe	Lfd. Nr. d. Kindes	Name (Geschlecht)	Geb.- datum	Alter	Gewicht (Gramm)	Anz. d. Mahlzeit.	Ort d. Beobachtg.	Diagnos.
tags nachts								
I Frühgeb. (1-5 Mon.)	1	Dellert (m)	2. 6. 57	22-31 Tg.	2200-2550	4 2	F	
	2	Halbiger (m)	29. 4. 57	35-45 Tg.	2260-2600	4 2	F	
	3	Wenzel (m)	11. 4. 57	54-58 Tg.	2890-2950	4 2	F	
II Neugeb. 1.-2. L. Woche	4	Schmidt (m)(Mulatte)	5. 8. 57	2-8 Tg.	2840-2830	4 2	F	
	5	Spenger (m)	27. 6. 57	4-8 Tg.	2410-2440	4 2	F	
	6	Schwarz (m)	19. 7. 57	5-12 Tg.	2460-2750	4 2	F	
	7	Wimmer (m)	25. 5. 57	10-12 Tg.	4160-4670	4 2	F	
	8	Haas (m)	12. 5. 57	16-21 Tg.	3890-4080	4 2	F	
III Säuglinge (1-5 Mon.)	9	Bibracher (m)	6. 4. 57	1 1/2 Mon.	3160-3440	4 2	K	
	10	Heffner (m)	26. 3. 57	2 Mon.	2800-3200	4 2	K	
	11	Diswald (m)	14. 2. 57	3 Mon.	6080-6080	4 2	K	
	12	Strobl (m)	4. 1. 57	4 1/2 Mon.	4980-5100	4 2	K	
IV Säugl. (6-9 Mon.)	13	Lange (m)	2. 12. 57	7 Mon.	8000	4 2	S	
	14	Memesch (m)	15. 11. 57	8 Mon.	8500	4 2	S	
	15	Schneider (m)	12. 9. 56	10 Mon.	9000	4 1	S	
V Kleinkind (16-22 Mon.)	16	Ernst (m)	7. 4. 56	16 Mon.	12000	6	Orth.	
	17	Dudek (m)	23. 10. 55	20 Mon.	11000	6	Orth.	
VI Kind (14 jhr.)	18	Schadenfroh (w)	5. 12. 43	14 Jahre	27000	4	K	

zwar um 7, 10, 13, 16 und 19 Uhr. In der Orthopädischen Klinik fütterten wir 6 Mahlzeiten, die über den Tag verteilt wurden: um 7, 9, 11, 15, 17 und um 19 Uhr. Das 14-jähr. Kind bekam die übliche Kliniknahrung zu den üblichen Zeiten, um 7, 11, 15 und 17 Uhr. Die Mahlzeiten wurden im übrigen gleich gross gehalten.

Der Urin wurde zur Vermeidung von Bakterienwachstum und Fäulnis im Eisschrank aufbewahrt. Es wurden jeweils 4-Stundenportionen untersucht. Wenn aus einer Flasche etwas verschüttet worden oder aus irgendwelchen Ursachen die Kühlung unterblieben war, wurden die ermittelten Werte und die des dazugehörigen Tagesverlaufes nicht weiter verwendet.

Im Einzelnen führten wir die Untersuchung der Harnportionen wie folgt aus:

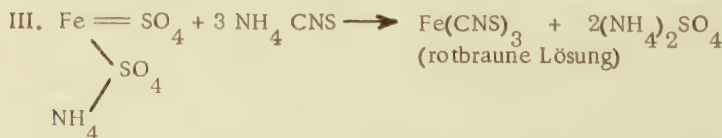
Die Harnmenge wurde mittels Messzylinder bestimmt, dessen Grösse wir nach der jeweils zu messenden Harnmenge aussuchten.

c) Bestimmung der Chloride

Die Bestimmung des Chlorgehaltes nahmen wir nach der Volhard'schen Titrationsverfahren vor, das hier näher beschrieben werden soll: 1 ccm Ham wird in ein Erlmeyerkölbchen pipettiert und 9 ccm aqua bidest. dazugegeben. Nach Ansäuern mit 2 ccm 25%iger HNO_3 gibt man 10 ccm einer $\frac{n}{58 \times 5}$ eingestellten Silbernitratlösung. Es fällt ein weisser Niederschlag aus, der aus Silberchlorid besteht. Nun wird bis zum Aufkochen erhitzt und sofort in einem kalten Wasserbad abgekühlt und 10 Min. in den Kühlschrank gestellt. Danach gibt man 2 Tropfen gesättigtes Eisenammoniumalaun als Indikatorlösung hinzu. Die Rücktitration erfolgt mit $\frac{n}{58 \times 5}$ Rhodanamonium. Der 1. Tropfen Rhodanlösung, der kein Silber mehr vorfindet, bildet das rotbraune Ferrirhodanid. Das bis zum Farbumschlag von dem weissen, käsigen Niederschlag zum rot bis rotbraunen Niederschlag des Ferrirhodanids verbrauchte Rhodanamonium wird genau gemessen.

Zur Umrechnung von NaCl zum Chlorid wird mit 0,607 multipliziert.

Anomische Gleichungen des Bestimmungsvorgangs:



Lösungen:

- 1) $\frac{n}{58 \times 5}$ Silbernitratlösung
- 2) $\frac{n}{58 \times 5}$ Rhodanamonium
- 3) Indikatorlösung: Eisenamoniakalaun (gesättigt)
- 4) 25% HNO_3

Berechnung: Beispiel: 4,2 titr.

$$10 - 4,2 = 5,8$$

$$5,8 \times \text{Gesamtmenge (z.B. 100)}$$

$$5,8 \times 100 = 580 \text{ mg\% NaCl}$$

$$\text{Der Wert zur Umrechnung für Chloride: } x = 0,607$$

$$\text{also: } 580 \times 0,607 = 352,06 \text{ Chlorid}$$

d) Messung der Wasserstoffionen-Konzentration

Die Messung der Wasserstoffionen-Konzentration erfolgte mit einem Metrohm-Präzisions-Potentiometer der Fa. COLORA. Das Messprinzip dieses Instrumentes besteht darin, dass ein Teil des Messelektrodenpotentials mit geeichten Gegenspannungen in Stufen wegg kompensiert wird, so dass das verbleibende Potential direkt am Instrument lesbar wird. Die absolute Messgenauigkeit der Apparatur beträgt 2 mV, was einem Wert von 0,02 Wasserstoffionenkonzentration entspricht.

2. ART DER BERECHNUNG

Für jede Untersuchungsgruppe wurde aus der Summe der Einzelmessungen der Mittelwert bestimmt und für diesen die Streuung berechnet. Das arithmetische Mittel (AM) und die Streuung (σ) ermittelten wir nach folgenden Formeln:

$$\text{AM} = \frac{(\sum x)}{n} \quad (\sum x) = \text{Summe aller Einzelwerte}$$

$$= \pm \sqrt{\frac{\sum (x - \text{AM})^2}{(n-1)}} \quad \begin{matrix} x_1, x_2 \dots x_n \\ (x - \text{AM}) \end{matrix}$$

Die t - Funktion ermöglicht eine Abgrenzung des Zufallbereichs und eine Signifikanzprüfung von Mittelwerten zwischen zahlenmässig ungleich belegten Gruppen.

$$t = \frac{\text{AM}_1 - \text{AM}_2}{\sqrt{\frac{(\sigma_1)^2}{n_2} + \frac{(\sigma_2)^2}{n_1}}}$$

AM_1 und AM_2 sind die beiden Mittelwerte, σ_1 und σ_2 der zugehörige Streube-

reich, n_2 und n_1 die Anzahl der jeweiligen Einzelwerte. Als Signifikanzbedingung wurden die üblichen Stufen der prozentualen Wahrscheinlichkeit für die Zufallsbedingtheit der Mittelwertdifferenzen genommen.

$p < 0,1\%$	Unterschied = sehr signifikant	$\begin{bmatrix} xx \\ \end{bmatrix}$
$p < 1\%$	" = signifikant	$\begin{bmatrix} x \\ \end{bmatrix}$
$p < 5\%$	" = wahrscheinlich signifikant	$\begin{bmatrix} ()^x \\ \end{bmatrix}$
$p > 5\%$	" = nicht signifikant	$\begin{bmatrix} () \\ \end{bmatrix}$

VII. EIGENE ERGEBNISSE

Wir untersuchten die Menge, den Chloridgehalt und die Wasserstoffionenkonzentration des in 4-Std.-Portionen gewonnenen Harns bei den ausgewählten Probanden.

1. FRÜHGEBORENE

In der Altersgruppe der Frühgeborenen wurden drei Kinder untersucht. Das jüngste Kind D vom 22.-31. Lebenstag. Das Gewicht des Kindes betrug im Verlauf der Untersuchung 2200 - 2550 g. Das Kind H wurde vom 35. - 45. Tag untersucht. Das Gewicht betrug 2260 - 2600 g. Das dritte Kind W wurde vom 54. - 58. Tag untersucht. Das Gewicht des Kindes betrug 2890 - 2950 g.

Die in 4-Std.-Portionen abgemessenen Harnmengen ergaben für die drei untersuchten Kinder folgende mittlere Werte:

Zeit	6 ⁰⁰	10 ⁰⁰	14 ⁰⁰	18 ⁰⁰	22 ⁰⁰	2 ⁰⁰
Name	n	n	n	n	n	n
De	34,1 9	23,3 10	33,8 5	14,6 7	18,0 7	25,8 9
Ha	20,7 10	33,3 10	43,5 11	28,8 11	35,6 9	41,4 11
We	26,5 4	55,0 3	48,0 2	42,3 3	22,0 2	60,0 3

AM Tag: 82,8

AM Nacht: 79,1

Tabelle 1: zeigt die in 4-Std.-Portionen gemessenen Harnmenge von drei frühgeborenen Kindern im Alter von 1-5 Mon. Für jeden Probanden wurde aus der Anzahl (n) der Einzelmessungen der mittlere Wert bestimmt. Unter dem Strich ist das Arithmetische Mittel für die Tageszeit von 6-18 Uhr und die Nachtzeit von 18-6 Uhr für die drei untersuchten Kinder angegeben.

Die Bestimmung der Chlorkonzentration in den 4-Std.-Portionen führte bei Frühgeborenen im Alter von 1-5 Mon. zu folgenden Ergebnissen.

Zeit	6 ⁰⁰		10 ⁰⁰		14 ⁰⁰		18 ⁰⁰		22 ⁰⁰		2 ⁰⁰	
Name	n		n		n		n		n		n	
De	1,14	8	1,15	9	0,93	5	2,58	8	0,89	7	1,09	9
Ha	1,10	10	0,52	10	0,42	11	0,65	10	0,72	9	0,56	10
We	0,49	4	0,63	3	0,22	2	0,75	3	0,45	1	0,54	3

Tabelle 2: zeigt die mittlere Chlorkonzentration für die einzelnen 4-Std.-Abschnitte. (n= Anzahl der Bestimmungen)

Die Untersuchung der Wasserstoffionenkonzentration des in 4-Std.-Portionen abgemessenen Harns führte bei Frühgeborenen im Alter von 1-5 Mon. zu folgenden Ergebnissen:

Zeit	6 ⁰⁰		10 ⁰⁰		14 ⁰⁰		18 ⁰⁰		22 ⁰⁰		2 ⁰⁰	
Name	n		n		n		n		n		n	
De	5,51	7	5,90	8	6,92	5	6,75	7	5,90	7	5,88	8
Ha	5,39	6	5,08	8	5,32	9	5,21	9	5,22	8	5,58	9
We	5,40	3	5,43	3	6,40	2	6,33	3	5,55	2	5,53	3

AM Tag: 5,70

AM Nacht: 5,73

Tabelle 3: Wasserstoffionen-Konzentration im Harn. Berechnung des Arithmetischen Mittels (AM) bei n Messungen, ferner Berechnung des AM für die Tages- und Nachtzeit bei drei untersuchten frühgeborenen Kindern.

2. NEUGEBORENE

In der Altersgruppe der Neugeborenen wurden fünf Kinder untersucht. Das jüngste Kind dieser Gruppe wurde vom 2.-8. Lebenstag untersucht (Schm) das Gewicht dieses Kindes betrug zur Zeit der Untersuchung 2840 - 2830 g. Das Kind (Sp) wurde vom 4.-8. Tag untersucht. Das Gewicht betrug 2410 - 2440. Das Kind (SchW) wurde vom 5.-12. Lebenstag untersucht. Das Gewicht dieses Kindes betrug 2460 - 2750. Das vierte Kind (Wi) wurde vom 10.-12. Tag untersucht. Das Kind wog 4160 - 4670 g. Das älteste Kind dieser Gruppe wurde vom 16.-21. Tag untersucht. Das Gewicht des Kindes (Has) betrug 3890 - 4080.

Die in 4.-Std.-Portionen abgemessenen Harnmengen ergaben für die drei untersuchten Kinder folgende mittlere Werte:

Zeit	6 ⁰⁰		10 ⁰⁰		14 ⁰⁰		18 ⁰⁰		22 ⁰⁰		2 ⁰⁰	
Name	n		n		n		n		n		n	
Schm	14,3	4	15,4	5	19,0	5	9,3	6	14,8	6	23,2	6
Sp	11,3	4	21,8	4	22,8	4	22,5	4	12,5	4	20,5	4
Schw	22,2	6	34,0	6	43,5	8	36,8	6	35,0	8	19,0	7
Wi	49,9	9	46,0	8	61,3	8	46,2	9	47,2	8	56,2	9
Has	20,0	5	75,5	5	56,0	5	41,7	5	43,7	5	41,3	5

AM Tag: 103,2

AM Nacht: 96,3

Tabelle 4: Harnausscheidung der einzelnen Neugeborenen im Alter von 1-3 Wochen. Berechnung des Arithmetischen Mittels der Harnmengen bei n Messungen, ferner Berechnung des AM für die Tages- und Nachtzeit bei den fünf untersuchten Kindern.

Die Bestimmung der Chlorkonzentration in den 4-Std.-Portionen führte bei Neugeborenen im Alter von 22 Tagen zu folgenden Ergebnissen:

Zeit	6 ⁰⁰		10 ⁰⁰		14 ⁰⁰		18 ⁰⁰		22 ⁰⁰		2 ⁰⁰	
Name	n		n		n		n		n		n	
Schm	1,32	7	2,43	7	2,13	7	1,22	7	2,33	7	2,43	7
Sp	2,71	3	1,53	4	1,67	4	1,55	3	1,78	3	2,43	4
Schw	0,73	9	1,09	9	0,61	9	1,28	9	1,34	9	0,55	9
Wi	1,30	9	1,06	9	1,11	8	1,42	9	1,85	8	2,05	10
Has	1,66	6	1,20	5	1,19	5	1,15	6	2,07	6	1,69	6

Tabelle 5: gibt die mittlere Chlorkonzentration im 4-Std.-Harn des Neugeborenen wieder. (n = Anzahl der Einzelbestimmungen)

Die Untersuchung der Wasserstoffionenkonzentration des in 4-Std.-Portionen abgemessenen Harns führte bei Neugeborenen im Alter von 1-5 Mon. zu folgenden Ergebnissen:

Zeit	6 ⁰⁰		10 ⁰⁰		14 ⁰⁰		18 ⁰⁰		22 ⁰⁰		2 ⁰⁰	
Name	n		n		n		n		n		n	
Schm	5,55	3	6,23	5	5,97	4	6,23	5	5,73	5	5,80	5
Sp	5,38	3	5,20	3	5,48	3	5,28	3	5,28	3	5,28	3
Schw	5,23	9	5,21	9	5,34	9	5,12	9	5,21	9	5,32	9
Wi	5,98	9	5,67	8	6,14	8	6,19	9	6,59	7	6,37	9
Has	5,74	5	5,34	5	5,23	5	6,23	5	6,12	9	6,21	9

AM Tag: 6,59

AM Nacht: 6,13

Tabelle 6: Wasserstoffionenkonzentration im Harn bei Neugeborenen. Berechnet wurde das AM bei n Messungen ferner Berechnung des AM zu Tages- und Nachtzeit für die fünf untersuchten Kinder.

3. SÄUGLINGE (1-5 Monate)

In der Altersgruppe der Säuglinge im Alter von 1-5 Monaten wurden vier Probanden untersucht. Das Kind (Bi) war zur Zeit der Untersuchung 1 1/2 Monate alt und wog 3160 - 3440 g. Ein weiteres Kind (He) war zwei Monate alt und wog 2800 - 3200 g. Der dritte Säugling war 3 Mon. alt und hatte ein Gewicht von 6080 - 6080. Ferner nahmen wir noch einen 4 1/2 jhr. Säugling (St) in diese Altersgruppe der jungen Säuglinge. Das Gewicht des Kindes betrug 4980 - 5100 g.

Die in 4.-Std.-Portionen abgemessenen Harnmengen ergaben für die vier untersuchten Säuglinge folgende mittleren Werte:

Zeit	6 ⁰⁰		10 ⁰⁰		14 ⁰⁰		18 ⁰⁰		22 ⁰⁰		2 ⁰⁰	
Name	n		n		n		n		n		n	
Bi	48,8	9	48,4	9	51,1	10	33,8	10	18,3	9	27,4	10
He	20,0	2	75,5	2	56,0	2	41,7	3	43,7	3	41,3	3
Di	38,8	10	76,8	10	45,5	10	26,2	10	29,4	8	38,7	10
St	43,1	10	89,3	10	32,8	9	20,5	10	23,1	8	39,7	9

AM Tag: 150,9

AM Nacht: 101,7

Tabelle 7: zeigt die in 4-Std.-Portionen ausgeschiedenen Harnmengen von vier Säuglingen im Alter von 1-5 Monaten. Aus der Anzahl n der Einzelmessungen sind die mittleren Werte für jede Messzeit bestimmt. Unter dem Strich sind die mittleren Ausscheidungsmengen zur Tages- und Nachtzeit angegeben.

Die Bestimmung der Chlorkonzentration in den 4-Std.-Harnportionen führte beim jungen Säugling im Alter von 1-5 Monaten zu folgenden Ergebnissen:

Zeit	6 ⁰⁰		10 ⁰⁰		14 ⁰⁰		18 ⁰⁰		22 ⁰⁰		2 ⁰⁰	
Name	n		n		n		n		n		n	
Bi	0,88	7	0,70	8	0,63	8	0,72	6	1,43	6	1,39	7
He	2,25	1	0,97	1	0,60	1	0,73	2	0,58	2	2,37	2
Di	0,23	4	0,11	4	0,26	5	0,27	5	0,13	5	0,13	5
St	2,65	8	0,90	8	1,26	7	1,99	6	2,64	5	2,87	5

Tabelle 8: zeigt die Chlorkonzentration für die einzelnen 4-Std.-Abschnitte beim Säugling im Alter von 1-5 Monaten. (n = Anzahl der Bestimmungen)

Die Untersuchung der Wasserstoffionen-Konzentration im Harn von Säuglingen (1-5 Monate) zeigte folgende Ergebnisse:

Zeit	6 ⁰⁰		10 ⁰⁰		14 ⁰⁰		18 ⁰⁰		22 ⁰⁰		2 ⁰⁰	
Name	n		n		n		n		n		n	
Bi	5,19	9	5,12	8	4,96	9	5,07	7	5,09	7	5,25	9
He	5,31	2	5,69	2	5,70	2	5,40	2	5,32	2	5,00	2
Di	4,98	10	4,94	10	4,68	10	4,59	9	4,67	8	4,75	10
St	4,77	9	5,04	9	5,05	8	4,82	8	4,92	7	4,77	8

AM Tag: 5,59

AM Nacht: 5,29

Tabelle 9: Wasserstoffionen-Konzentration im Harn. Berechnung des AM bei n Messungen, ferner Berechnung des AM zu Tages- und Nachtzeit für die vier untersuchten Kinder.

3. SÄUGLINGE (6-9 Monate)

Drei ältere Säuglinge im Alter von 6-9 Monaten fasten wir in einer weiteren Altersgruppe zusammen.

Das Kind (La) war zur Zeit der Untersuchungen 7 Monate alt und wog 8000 g. Der Säugling (me) wurde im Alter von 8 Monaten untersucht. Zur Zeit der Untersuchung wog dieser Säugling 8500 g. Der dritte Säugling dieser Altersgruppe war 10 Monate alt und wog 9000 g.

HARNMENGEN:

In der Gruppe der Säuglinge im Alter von 6-9 Monaten ergaben die in 4-Std.-Portionen abgemessenen Harnmengen für die drei untersuchten Kinder folgende mittleren Werte bei n Messungen:

Zeit	6 ⁰⁰		10 ⁰⁰		14 ⁰⁰		18 ⁰⁰		22 ⁰⁰		2 ⁰⁰	
Name	n		n		n		n		n		n	
La	97,4	9	63,8	9	52,2	10	30,0	9	69,7	10	83,0	11
Me	116,9	9	55,1	10	71,8	10	43,4	9	73,9	11	72,9	10
Schn	88,3	10	48,0	10	57,5	10	18,5	10	40,3	6	41,8	11

AM Tag: 202,9

AM Nacht: 142,8

Tabelle 4: Harnausscheidung der einzelnen Säuglinge im Alter von 6-9 Monaten. Berechnung des AM bei n Messungen, ferner Berechnung des AM zu Tages- und Nachtzeit für die drei untersuchten Kinder.

CHLORKONZENTRATION:

In der Gruppe der Säuglinge im Alter von 6-9 Monaten ergab die Untersuchung der Chlor-Konzentration im Harn, abgemessen in 4-Std.-Portionen, folgende Werte:

Zeit	6 ⁰⁰		10 ⁰⁰		14 ⁰⁰		18 ⁰⁰		22 ⁰⁰		2 ⁰⁰	
Name	n		n		n		n		n		n	
La	1,17	9	1,45	9	1,46	10	1,53	8	1,26	10	0,89	11
Me	0,84	9	1,38	10	1,35	10	1,16	9	1,28	11	1,47	10
Schn	1,48	10	1,71	10	2,10	10	2,61	9	3,52	6	2,80	11

Tabelle 10: Chlorausscheidung in mg/ml Harn. Berechnung des AM bei n Messungen.

WASSERSTOFFIONEN-KONZENTRATION:

In der Gruppe der Säuglinge (6-9 Monate) ergab die Untersuchung der Wasserstoffionen-Konzentration im Harn, abgemessen in 4-Std.-Portionen, folgende Werte:

Zeit	6 ⁰⁰		10 ⁰⁰		14 ⁰⁰		18 ⁰⁰		22 ⁰⁰		2 ⁰⁰	
Name	n		n		n		n		n		n	
La	7,00	9	6,66	9	6,98	9	8,58	8	7,70	10	6,83	11
Me	5,81	9	5,74	10	5,84	10	8,04	9	6,60	11	5,69	10
Schn	6,87	10	6,39	10	6,58	10	8,47	8	8,12	6	7,08	11

AM Tag: 7,09

AM Nacht: 7,28

Tabelle 11: Wasserstoffionen-Konzentration im Harn. Berechnung des AM bei n Messungen, ferner Berechnung des AM zu Tages- und Nachtzeit für die drei untersuchten Kinder.

4. KLEINKINDER

In der Altersgruppe der Kleinkinder untersuchten wir zwei Probanden. Das Kind (E) war 16 Monate alt, sein Gewicht betrug 12000 g. Das Kind (Du) war 20 Monate alt, sein Gewicht betrug 11000 g.

HARNMENGE:

In der Gruppe der Kleinkinder im Alter von 16-22 Monaten ergaben die in 4-Std.-Portionen abgemessenen Harnmengen für die zwei untersuchten Kinder folgende mittleren Werte bei n Messungen:

Zeit	6 ⁰⁰		10 ⁰⁰		14 ⁰⁰		18 ⁰⁰		22 ⁰⁰		2 ⁰⁰	
Name	n		n		n		n		n		n	
E	32,7	7	46,2	6	48,8	6	19,7	6	39,0	5	64,0	7
Dud	96,1	7	65,0	6	98,2	6	54,2	5	58,0	2	102,0	4

AM Tag: 152,1

AM Nacht: 90,5

Tabelle 12: Harnausscheidung der beiden Kleinkinder. Berechnung des AM bei n Messungen, ferner Berechnung des AM zu Tages- und Nachtzeit.

CHLORID-KONZENTRATION:

In der Gruppe der Kleinkinder im Alter von 16-22 Monaten ergab die Bestimmung der Chlor-Konzentration der in 4-Std.-Portionen abgemessenen Harnmengen für die zwei untersuchten Kinder folgende mittleren Werte:

Zeit	6 ⁰⁰		10 ⁰⁰		14 ⁰⁰		18 ⁰⁰		22 ⁰⁰		2 ⁰⁰	
Name	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
E	4,01	7	4,49	6	5,56	6	5,44	6	4,72	5	5,84	7
Du	4,33	7	4,93	6	4,83	6	4,38	5	4,77	2	4,16	4

Tabelle 13: Chlorausscheidung in mg/ml Harn. Berechnung des AM bei n Messungen.

WASSERSTOFFIONEN-KONZENTRATION:

In der Gruppe der Kleinkinder im Alter von 16-22 Monaten ergab die Wasserstoffionen-Konzentration der in 4-Std.-Portionen abgemessenen Harnmengen für die zwei untersuchten Kinder folgende mittleren Werte bei n Messungen:

Zeit	6 ⁰⁰		10 ⁰⁰		14 ⁰⁰		18 ⁰⁰		22 ⁰⁰		2 ⁰⁰	
Name	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
E	6,49	7	5,99	6	5,89	6	5,96	6	5,53	5	5,64	7
Du	6,61	7	6,24	6	6,44	6	6,67	5	6,49	2	6,28	4

AM Tag: 6,94

AM Nacht: 6,54

Tabelle 14: Wasserstoffionen-Konzentration im Harn. Berechnung des AM bei n Messungen, ferner Berechnung des AM zu Tages- und Nachtzeiten für die zwei untersuchten Kinder.

5. 14-JÄHRIGE MÄDCHEN

Bei dem 14-jährigen Mädchen wurden insgesamt 18 Tagesverläufe untersucht. Das Kind wog zur Zeit der Untersuchungen 27000 g.

HARNMENGE:

Die Harnausscheidung des 14-jährigen Mädchens ergab die in 2-Std.-Portionen abgemessenen Harnmengen:

Zeit	6 ⁰⁰	8 ⁰⁰	10 ⁰⁰	12 ⁰⁰	14 ⁰⁰	16 ⁰⁰	18 ⁰⁰	20 ⁰⁰	22 ⁰⁰	24 ⁰⁰	2 ⁰⁰	4 ⁰⁰
	36,9	36,3	57,3	51,4	70,8	33,3	29,4	38,1	34,5	23,4	14,4	25,3
n	8	7	8	8	8	7	8	8	8	8	8	8

AM Tag: 236,0

AM Nacht: 114,5

Tabelle 15: Harnausscheidung des 14-jährigen Mädchens. Berechnung des AM bei n Messungen, ferner Berechnung des AM zu Tages- und Nachtzeiten.

CHLORID-KONZENTRATION:

Die Chlor-Konzentration des in 2-Std.-Portionen abgemessenen Harns des 14-jährigen Mädchens zeigt folgende Ergebnisse:

Zeit	6 ⁰⁰	8 ⁰⁰	10 ⁰⁰	12 ⁰⁰	14 ⁰⁰	16 ⁰⁰	18 ⁰⁰	20 ⁰⁰	22 ⁰⁰	24 ⁰⁰	2 ⁰⁰	4 ⁰⁰
	3,55	3,84	4,24	5,06	4,50	4,99	4,09	3,64	2,47	2,06	2,09	2,55
n	9	7	8	8	8	7	8	8	8	8	8	8

Tabelle 16: Chlorid-Konzentration d. Harns des 14-jährigen Mädchens. Berechnung des AM bei n Messungen.

Die Wasserstoffionen-Konzentration des in 2-Std.-Portionen abgemessenen Harns des 14-jährigen Mädchens zeigt folgende Ergebnisse:

Zeit	6 ⁰⁰	8 ⁰⁰	10 ⁰⁰	12 ⁰⁰	14 ⁰⁰	16 ⁰⁰	18 ⁰⁰	20 ⁰⁰	22 ⁰⁰	24 ⁰⁰	2 ⁰⁰	4 ⁰⁰
	8,37	8,34	8,13	8,31	7,78	7,68	8,30	8,18	8,47	8,64	8,65	8,40
n	8	7	8	8	8	7	8	8	8	7	7	8

AM Tag: 8,47

AM Nacht: 8,48

Tabelle 26: Wasserstoffionen-Konzentration im Harn des 14-jähr. Mädchens. Berechnung des AM bei n Messungen, ferner Berechnung des AM zu Tages- und Nachtzeit.

VIII. DISKUSSION DER ERGEBNISSE

1. HARNMENGE

Wir berechneten zunächst Tages- und Nachtperioden aus den Ausscheidungswerten der untersuchten Kinder für die jeweils zugehörige Altersgruppe. Diese Durchschnittswerte der Arithmetischen Mittel sind der Tabelle 7 und Abb. I zu entnehmen. Die Anzahl der einzelnen Messungen und die Streuung dieser Werte geht ebenfalls aus Tab. 7 und den Pfeilen der Abb. I hervor.

Mit diesen Werten können wir mit Hilfe der t-Funktion die Tag- und Nachtperioden innerhalb einer Altersgruppe vergleichen und ebenso die verschiedenen Altersgruppen gegenüberstellen.

Tab. 8 zeigt die in den 4-Std.-Portionen enthaltenen Harnmengen. Für jede Messperiode ist das AM, die Streuung, und die Anzahl der Messungen angegeben. Die t-Funktion ist aus dem höchsten und niedrigstem Wert der betreffenden Altersstufe errechnet.

Abb. II enthält die Ergebnisse aus Tab. 17. Die in 4-Std.-Portionen abgenommene Harnmenge ist durch Säulen angegeben. Die Streuung wurde durch senkrechte Striche eingezeichnet.

Tabelle 27:

In der Tabelle 27 sind für jede Altersgruppe die **arithmetischen Mittelwerte (AM)** der ausgeschiedenen Harnmenge während des Tages (A, 6-18 Uhr) und während der Nacht (B, 18-6 Uhr) angegeben. Ferner ist für jede Altersgruppe die Streuung (**σ**) der Einzelwerte vom arithmetischen Mittelwert und die Zahl der Tagesverläufe (n), die zur Berechnung des arithmetischen Mittels bzw. der Streuung der jeweiligen Gruppe zur Verfügung standen.

Ferner wurde in diese Tabelle die Differenz eingetragen zwischen dem arithmetischen Mittelwert der ausgeschiedenen Harnmenge am Tag und dem arithmetischen Mittelwert der Harnmenge während der Nacht (Diff. AM. A-B) sowie die Differenz zwischen den arithmetischen Mitteln der ausgeschiedenen Harnmenge von je zwei benachbarten Gruppen, (Diff. AM. I-II, II-III, etc.) zur Tages- und Nachtzeit. Von jeder Differenz wurde ausserdem die Signifikanz ermittelt und in der Tabelle 27 eingetragen.

Zeichenerklärung:

- () = nicht signifikant
- ()^x = wahrscheinlich signifikant
- ^x = signifikant
- xx = sehr signifikant

Tabelle 28:

In der Tabelle 28 sind für jede Altersgruppe die arithmetischen Mittelwerte (AM) der ausgeschiedenen Harnmengen während 4-Std.-Perioden angegeben.

Ferner ist für jede Altersgruppe die Streuung () der Einzelwerte vom arithmetischen Mittelwert und die Zahl der Tagesverläufe (), die zur Berechnung des arithmetischen Mittels bzw. der Streuung der jeweiligen Gruppe zur Verfügung standen. Weiterhin wurde die t-Funktion eingetragen, welche aus dem höchsten und niedrigsten Wert der gemessenen 4-Std.-Portionen errechnet wurde.

Zeichenerklärung:

- xx = sehr signifikant
- (XX) = wahrscheinlich signifikant.

HARNMENGE IN TAGES- UND NACHTPERIODEN

Tabelle 27

	I			Diff. I, II	II			Diff. II, III	III			Diff. III, IV
	Frühgeb. 1-5 Mon.				Neugeb. 1-2 L. Woch.				Säuglinge 1-5 Mon.			
A	AM	♂	n	t=1,68 (20,4)	AM	♂	n	t=3,52 47,7 ^{xx}	AM	♂	n	t=3,59 57,0 ^{xx}
Tagwerte	82,8	29,7	25		103,2	55,4	37		150,9	46,5	32	
Diff. A, B	(3,7) t=0,475				(6,9) t=0,551				49,2 ^{xx} t=5,34			
B	AM	♂	n	t=1,37 17,2	AM	♂	n	t=0,54 (5,4)	AM	♂	n	t=3,81 41,1 ^{xx}
Nachtw.	79,1	37,5	24		96,3	52,8	35		101,7	28,2	36	
	IV				V				VI			
	Säuglinge 6-9 Mon.			Diff. IV, V	Kleinkind 16-22 Mon.			Diff. V, VI	Kind 14 Jahre			
A	AM	♂	n		AM	♂	n		AM	♂	n	
Tagwerte	202,9	76,3	31	t=2,05 (50,8) ^x	152,1	88,3	16	t=1,93 (82,9)	235,0	130,5	10	
Diff. A, B	60,1 ^{xx} t=3,53				(61,6) ^x t=2,56				120,5 ^x t=3,62			
B	AM	♂	n	t=3,19 (52,3) ^x	AM	♂	n	t=1,33 (24,0)	AM	♂	n	
Nachtw.	142,8	59,8	33		90,5	43,9	17		114,5	65,5	25	

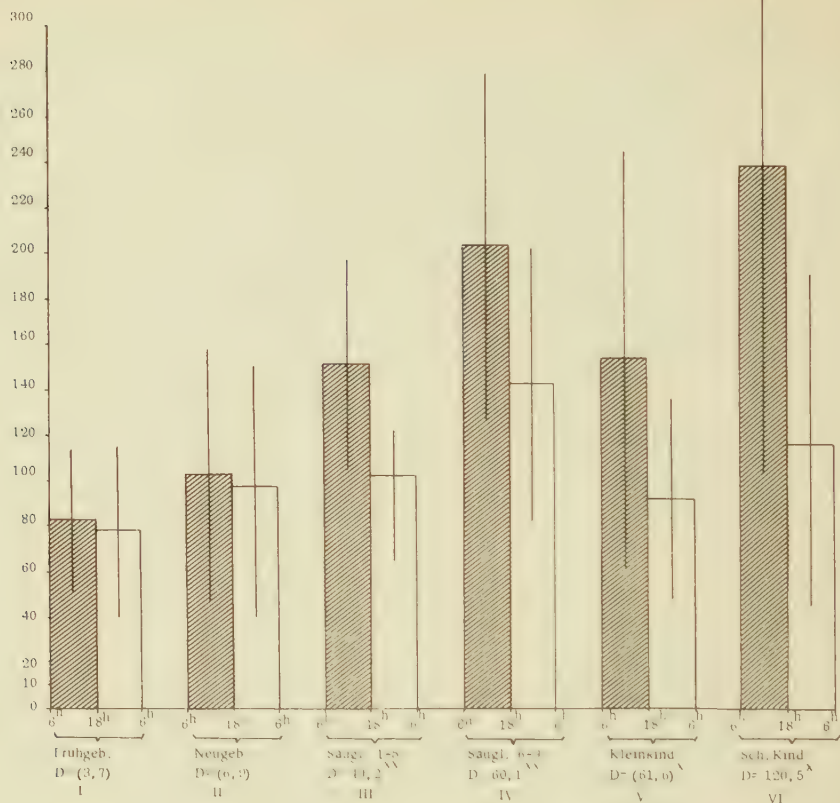


Abb. I: Tag - Nachtunterschiede in der Harnmenge bei den einzelnen Altersstufen. Die hellen Säulen zeigen die Harnmengen am Tage. Die dunklen Säulen zeigen die Harnmenge während der Nacht. Die Streuung ist vom oberen Ende jeder Säule durch einen senkrechten Strich gekennzeichnet.

Die Abbildung lässt erkennen, dass bei den Säuglingen im Alter von 1-5 Monaten erstmals ein sehr signifikanter Unterschied in der Harnmenge zwischen Tag (6-18 Uhr) und Nacht (18-6 Uhr). Bei den Gruppen I und II kommt ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Zeitspannen nicht zustande.

Tabelle 28

		6 - Berechnungen						Harmmenge	
		6.00	10.00	14.00	18.00	22.00	2.00		
I Frühgeb.	A	27,2175	31,0870	42,7780	26,5240	27,00	37,6090		
1-5 Mon.	5	+ 12,0215	+ 19,502	+ 12,718	+ 14,8730	+ 11,7855	+ 17,747	t = 3,64	[< 0,1%] [xx]
	n	23	23	18	21	18	23		
II Neugeb.	A	29,4830	33,9660	43,6670	32,7420	31,667	36,5630		
-3 Woch.	5	+ 21,429	+ 21,551	+ 28,028	+ 21,359	+ 22,785	+ 26,822	t = 2,175	[< 5%] [(x)]
	n	29	29	30	31	33	32		
III Säugl.	A	43,0650	73,2910	44,6770	29,2420	25,7500	35,5935		
1-5 Mon.	5	+ 16,3480	+ 30,1890	+ 17,867	+ 16,519	+ 11,775	+ 13,990	t = 5,09	[< 0,1%] [xx]
	n	31	31	31	33	28	32		
IV Säugl.	A	100,2	69,0	61,0	29,4	79,8	65,7		
6-9 Mon.	5	31,1	28,8	37,1	21,7	30,7	23,2	t = 9,81	[< 0,1%] [xx]
	n	28	30	30	28	27	32		
V Kleinkd.	A	64,83	55,58	73,25	35,36	44,43	77,82		
16-29 Mon.	5	+ 44,5	+ 15,9	+ 45,6	+ 23,9	+ 16,2	+ 31,2	t = 3,54	[< 1%] [xx]
	n	14	12	12	11	7	11		

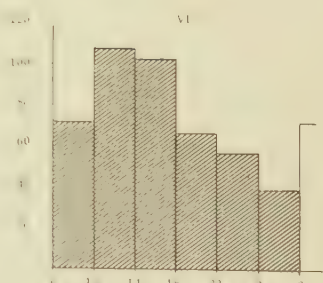
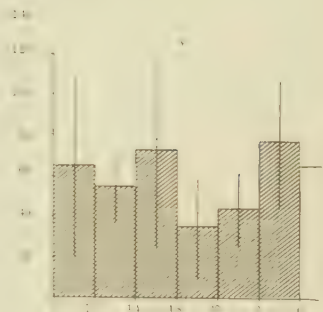
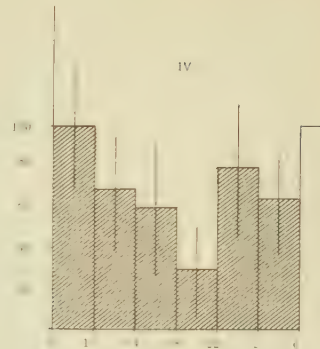
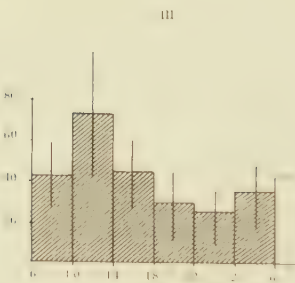
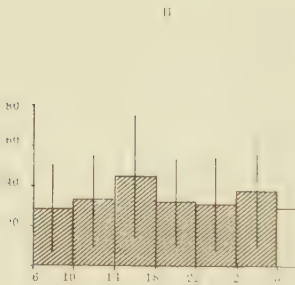
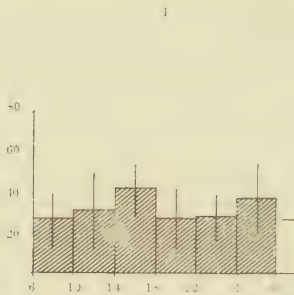


Abb. II: Die Abb. II enthält die Ergebnisse aus Tabelle 28.

Für jede Altersgruppe ist die Harnausscheidung über 24-Stunden eingezeichnet. Die hellen Säulen bedeuten jeweils eine 4-Std.-Periode. Die Streuung ist durch senkrechte Striche gekennzeichnet.

Während die beiden ersten Gruppen noch keine Rhythmik im Tagesverlauf ihrer ausgeschiedenen Harnmenge erkennen lassen, zeigen die Altersgruppen III, IV, V und VI eine Tagesrhythmik.

Harnmenge eingeteilt in Tag- und Nachtperioden (Siehe Tab. 7 Abb. I).

Die oben aufgeführten Messwerte lassen erkennen, dass die Kinder der verschiedenen Altersgruppen in der Gesamtmenge des ausgeschiedenen Harns wesentliche Unterschiede zeigen. Besonderes Interesse verdient dabei die Tatsache, dass Frühgeborene im Alter von 1 - 5 Monaten etwa gleich viel Harn ausscheiden wie Neugeborene im Alter von 1 - 2 Lebenswochen. Der zwischen diesen Gruppen bestehende geringe Unterschied erwies sich auch statistisch nicht signifikant. Normal geborene Säuglinge im Alter von 1 - 5 Monaten scheiden jedoch deutlich mehr Harn aus als Frühgeborene und Neugeborene. Dieser Unterschied erwies sich als sehr signifikant. Wie erwartet, sind die Harnmengen bei älteren Säuglingen im Alter von 6 - 9 Monaten grösser. Auffallend ist jedoch eine Harnvolumenverringerung bei der nächsthöheren Altersstufe, den Kleinkindern im Alter von 9 - 22 Monaten.

In der Verteilung der Harnausscheidung auf die Tages- und Nachtzeit bestehen ebenfalls deutliche Unterschiede der einzelnen Altersstufen. Beim Neugeborenen wie beim Frühgeborenen beobachten wir fast keinen Unterschied zwischen der Menge des Tag- bzw. Nachtharns. Bei den Berechnungen der Mittelwerte entstanden nicht signifikante Differenzen zwischen Tag- und Nachtperioden.

Ein statistischer Vergleich mittels t-Funktion zwischen der Tagausscheidung des Frühgeborenen und der Tagausscheidung des Neugeborenen bzw. der Nachtausscheidung des Frühgeborenen und der Nachtausscheidung des Neugeborenen ergab für beide Ausscheidungsgrössen keinen signifikanten Unterschied.

Wie die Abbildung 1 zeigt, ist zwischen Tag- und Nachturinmenge bei normalgeborenen Säuglingen ein deutlich erkennbarer Unterschied festzustellen; dieser erwies sich bei statistischer Prüfung als sehr signifikant.

Auch die 6-9 Monate alten Säuglinge zeigten eine grössere Tages- als Nachtausscheidung mit einer signifikanten Differenz.

Ein ähnliches Bild boten die Kleinkinder im Alter von 16 - 22 Monaten. Jedoch haben die Einzelwerte zur Tageszeit eine sehr grosse Streuung. Sie liegt zwischen 62 ccm und 242 ccm und so ergab die Berechnung des Tag - Nachtunterschiedes mit Hilfe der t-Funktion, die ja die Streuung mit einbezieht, nur eine wahrscheinliche Signifikanz. Diese hohe Streuung der tageszeitlichen Harnausscheidung lässt sich durch die altersbedingte Betriebsamkeit der Kinder erklären. Dadurch verlieren sie eine mehr oder weniger grosse Flüssigkeitsmenge auf extrarenalem Wege, die sich auch in der bereits beschriebenen Harnvolumenverringerung in dieser Altersstufe ausdrückt.

Auch die tageszeitlichen Unterschiede in der Harnausscheidung des 14-jähr. Kindes zeigten eine grosse Streuung, ergaben aber trotzdem noch einen signifikanten Unterschied zwischen Tages- und Nachtharnvolumen.

Als 1. Ergebnis der Untersuchung der Harnmengen in Tag- und Nachtperioden eingeteilt, konnten wir zusammenfassen:

Frühgeborene Kinder verhalten sich wie neugeborene Kinder im Alter von 1-2 Wochen bezüglich der Menge und der Verteilung ihrer zur Tages- und Nachtzeit ausgeschiedenen Harnmengen. Normalgeborene Kinder im Alter von 1-5 Mon. und ältere Kinder zeigen einen sehr signifikanten Unterschied zwischen der zur Tages- und Nachtzeit ausgeschiedenen Harnmenge.

Um die tageszeitlichen Veränderungen aufzeigen zu können, haben wir die Harnmengen in vierstündigen Abschnitten untersucht und berechnet.

Die Gruppe I zeigte zwischen 14 und 18 Uhr ein Maximum der Kurve (I) und in der Zeit von 18-22 Uhr ein Minimum. Die beiden Werte verglichen, ergaben einen sehr signifikanten Unterschied. Die über die 4-Stundenabschnitte verteilten Werte liegen jedoch alle ziemlich nahe beieinander und lassen keine eigentliche Rhythmik erkennen.

Das gleiche Bild zeigt die Kurve II. Das Maximum bei den untersuchten Neugeborenen lag ebenfalls zwischen 14 und 18 Uhr, während das Ausscheidungsminimum dieser Gruppe zwischen 6 und 10 Uhr auftrat. Der Unterschied dieser beiden Werte ist nur wahrscheinlich signifikant.

Während also in diesen beiden Altersgruppen eine Tag-Nachtrhythmik noch nicht erkennbar ist, ergeben die Werte der normalgeborenen Säuglinge in Abbildung III eine Nachtsenke zwischen 22 und 2 Uhr, dann steigt die Menge langsam an, bis sie zur Mittagszeit von 10 bis 14 Uhr einen deutlichen Gipfel erreicht, um dann wieder stetig abzufallen.

Die älteren Säuglinge zeigen in ihrer Ausscheidungskurve eine Linksverschiebung, das Maximum wie das Minimum ist um 4 Stunden vorverlegt. Der Unterschied zwischen Tag- und Nachtwert ist sehr signifikant. Auffallend ist der in dieser Altersgruppe auftretende rasche Anstieg von der Nachtsenke an.

Die beiden untersuchten Kleinkinder hatten ihren niedrigsten Ausscheidungswert ebenfalls von 18-22 Uhr. Das Maximum lag zwischen 2 und 6 Uhr morgens. Dabei war der Unterschied zwischen Tag und Nachtwert signifikant. Einen weiteren hohen Ausscheidungswert beobachteten wir in dieser Gruppe in der Zeit von 14-18 Uhr. Wie schon in den beiden vorher besprochenen Altersgruppen sind auch hier deutliche Tag- und Nachtunterschiede zu erkennen. Bei den 14-jähr. Kind lag die Hauptausscheidungszeit zwischen 10 und 18 Uhr, um dann langsam auf die niedrigsten Wert zwischen 1 und 6 Uhr abzusinken.

Als weiteres Ergebnis unserer Untersuchungen der Harnmengen nach Analyse der Ausscheidungsverläufe anhand von 4-Std.-Abschnitten ist anzugeben, dass Frühgeborene, junge Säuglinge im Alter von 1-5 Mon. und Neugeborene (1-2 L.W.) in ihren Ausscheidungskurven noch keine deutliche Rhythmik erkennen lassen, wenn auch eine gering vermehrte Ausscheidung zum Zeitpunkt der bei den späteren Gruppen liegende Gipfel feststellbar war.

2. CHLORIDE

Tabelle 29: gibt ein Übersichtsbild über die tageszeitlichen Unterschiede der Chlorkonzentration bei den verschiedenen Altersstufen. Ein Vergleich der Tagwerte A mit den Nachtwerten B lässt erkennen, dass bei den Frühgeborenen im Alter von 1-5 Mon. kein Unterschied zwischen der Harnkonzentration des Tages und demjenigen der Nacht vorhanden ist. Zur Prüfung, ob die Differenzen zwischen den Tagwerten (A) und den Nachtwerten (B) der gleichen Grundgesamtheit entstammen könnten, bedienen wir uns wiederum der t-Funktion. Die Differenzen I, II bzw. II, III usw. geben Aufschluss über das unterschiedliche bzw. ähnliche Verhalten der Altersgruppen zueinander.

Eine graphische Darstellung dieser Ergebnisse wird in Abbildung 3 aufgezeichnet. Die Konzentrationswerte der Tag- bzw. Nachtperioden sind durch Säulen dargestellt. Die Streuung ist durch senkrechte Striche gekennzeichnet.

Tabelle 30 zeigt die Chlorkonzentration der 4-Std. Harnportionen. Für jede Messperiode ist das AM, die Streuung **σ** und die Anzahl n der Messungen angegeben. Die t-Funktion ist aus dem höchsten und niedrigsten Wert der betreffenden Altersstufe errechnet.

Abbildung 4 enthält die Ergebnisse aus Tabelle 17. Die Chlorkonzentration des in 4-Std.-Portionen abgemessenen Harns ist durch Säulen angegeben, die Streuung durch senkrechte Striche eingezeichnet.

Tabelle 29:

In der Tabelle 29 sind für jede Altersstufe die arithmetischen Mittelwerte (AM) der Chlorkonzentration des während des Tages (A, 6-18 Uhr) und während der Nacht (B, 18-6 Uhr) ausgeschiedenen Harns angegeben. Ferner ist für jede Altersgruppe die Streuung (**σ**) der Einzelwerte vom arithmetischen Mittelwert und die Zahl der Tagesverläufe (), die zur Berechnung des arithmetischen Mittels der jeweiligen Gruppe zur Verfügung standen.

Ferner wurde in die Tabelle die Differenz eingetragen zwischen dem arithmetischen Mittelwert der Chloridkonzentration im Harn am Tag und dem arithmetischen Mittelwert der Chloridkonzentration im Harn in der Nacht (Diff. AM. A/B).

Weiterhin ist die Differenz zwischen den arithmetischen Mitteln der Chloridkonzentration im Harn von je zwei benachbarten Gruppen (Diff. AM I-II, II-III, etc.) angegeben. Von jeder Differenz wurde ausserdem die Signifikanz ermittelt und in die Tabelle 29 eingetragen.

Zeichenerklärung:

- () = nicht signifikant
- ()^x = wahrscheinlich signifikant
- x = signifikant
- xx = sehr signifikant

CHLOR-KONZENTRATION IN TAGES- UND NACHTPERIODEN
Tabelle 29

	I			II			III		
	Frühgeborene 1-5 Mon.			Neugeborene 1-2 L. Woche			Säuglinge 1-5 Mon.		
	AM	♂	n	AM	♂	n	AM	♂	n
A	1,9	1,1	25	2,8	1,93	34	2,48	1,82	24
Diff. A, B	(0,01) t=0,037			(0,69) t=1,69			(0,75) t=1,27		
B	AM	♂	n	AM	♂	n	AM	♂	n
Nachtwerte	1,9	0,7	23	3,49	1,38	34	3,23	2,24	22
Diff. A, B	(1,6) t=3,68			(0,26) t=0,54			(1,15) t=0,178		
	IV			V			VI		
	Säuglinge 6-9 Mon.			Kleinkind 16-22 Mon.			Schulkind 14 Jahre		
	AM	♂	n	AM	♂	n	AM	♂	n
A	4,68	1,13	30	10,88	4,54	16	21,56	5,0	9
Tagwerte	(0,30) t=0,616			(2,58) ^x t=1,54			(5,06) ^x t=2,52		
Diff. A, B	(6,20) t=0,71			(10,68) ^{xx} t=5,45			(21,56) ^{xx} t=4,16		
B	AM	♂	n	AM	♂	n	AM	♂	n
Nachtwerte	4,38	2,46	36	8,3	4,76	17	16,5	4,2	8
Diff. A, B	(3,92) ^{xx} t=3,93			(8,2) ^{xx} t=4,16			(16,5) t=4,2		

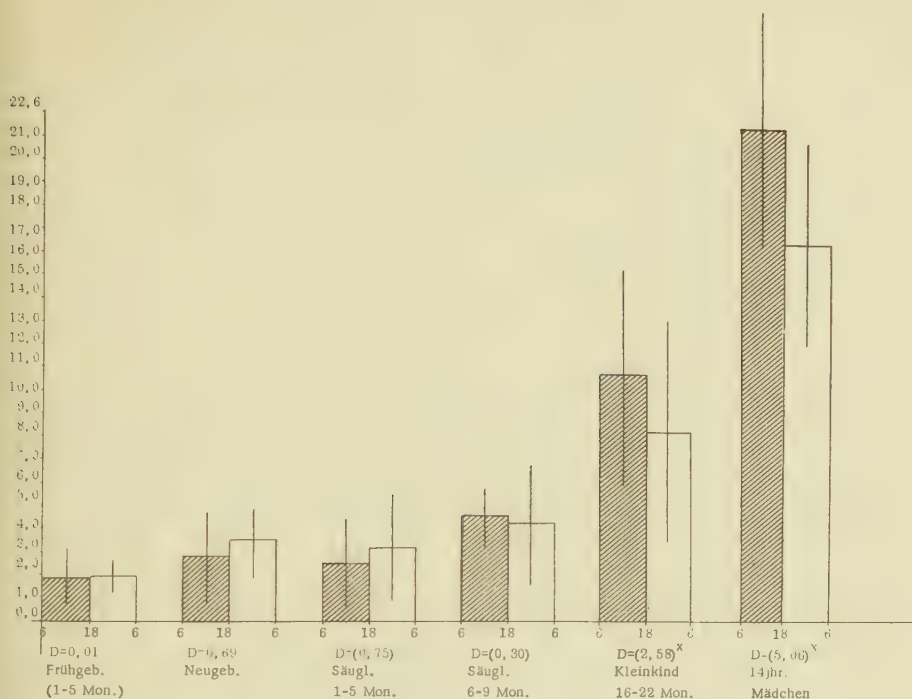


Abb. III: Tag-Nachtunterschiede in der Chloridkonzentration im Harn bei den einzelnen Altersstufen.

Die hellen Säulen zeigen die Chloridkonzentration am Tage. Die dunklen Säulen zeigen die Chloridkonzentration während der Nacht. Die Streuung ist vom oberen Ende jeder Säule durch einen senkrechten Strich gekennzeichnet.

Die Tag-Nachtunterschiede der Chloridkonzentration sind in Gruppe I bis IV nicht signifikant.

In Gruppe V und VI ist ein wahrscheinlich signifikanter Unterschied vorhanden.

Tabelle 30:

In der Tabelle 30 sind für jede Altersgruppe die arithmetischen Mittelwerte (AM) der Chloridkonzentration des in 4-Std. -Perioden ausgeschiedenen Harns angegeben. Ferner ist für jede Altersgruppe die Streuung () der Einzelwerte vom arithmetischen Mittelwert und die Zahl der Tagesverläufe die zur Berechnung des arithmetischen Mittels bzw. der Streuung der jeweiligen Gruppe zur Verfügung standen. Weiterhin wurde die t-Funktion eingetragen, welche aus dem höchsten und niedrigstem Wert der gemessenen 4-Std. -Portionen errechnet wurde.

Zeichenerklärung:

- () = nicht signifikant
- ()^x = wahrscheinlich signifikant
- ^x = signifikant
- xx = sehr signifikant

Betrachten wir die Abbildung 3 bezüglich der Verteilung der Chloridkonzentrationen zur Tages- und Nachtzeit, so scheinen beim Neugeborenen und jungen Säugling im Alter von 1-5 Mon. die Nachtwerte etwas erhöht zu sein. Ältere Säuglinge im Alter von 5-9 Monaten haben dagegen nachts eine etwas geringere Chlorkonzentration im Harn als tagsüber. Wegen der grossen Streuung konnte keiner dieser im Mittel errechneten Unterschiede statistisch gesichert werden. Erst beim Kleinkind konnte die Differenz Tag-Nachtkonzentration als wahrscheinlich signifikant berechnet werden. Das gleiche Ergebnis zeigte die Untersuchung der Chlorkonzentration im Harn des 14-jährigen Kindes.

Auch die Bestimmungen des Harn-Chlorgehaltes in mg/ccm in den 4-Std. -Portionen ergaben ähnliche Ergebnisse (Abb. 6). Die Werte aller Untersuchungsperioden waren annähernd gleich. Bei Frühgeborenen sahen wir wiederum in den Tagesstunden eine verminderte Konzentration. Eine eigentliche Rhythmik dagegen zeigte die Kurve nicht. Ähnliche Bilder ergaben die Untersuchungen bei Neugeborenen und Säuglingen. Bei älteren Säuglingen und Kleinkindern verwischt sich der Eindruck der nächtlichen höheren Konzentration und die Kurve zeigt einen leichten Gipfel zwischen 2 und 6 Uhr morgens und tagsüber wiederum etwas höhere Werte. Die Kurve des 14-jähr. Kindes ergab eine Nachtsenke zwischen 22 und 6 Uhr, die Tagwerte lagen höher.

Zusammenfassend lassen sich also auch während der 4-Std. -Messung der Harnchlorkonzentration in den von uns untersuchten Altersstufen keine tagesrhythmischen Veränderungen erkennen.

Tabelle 30

♂ - Berechnungen										Chlor in mg/ l	
		6.00	10.00	14.00	18.00	22.00	2.00				
I											
Frühgeb.	♂	1,525	0,6545	0,717	0,975	1,3167	1,5685				
1-5 Mon.	n	+ 1,145 20	+ 0,3792 22	+ 0,527 23	+ 0,722 20	+ 1,039 18	+ 1,226 13			t = 3,03	[< 1%] ^x
II											
Neugeb.	♂	1,417	1,052	0,996	1,290	1,408	1,389				
-3 Woch.	n	+ 0,7179 27	+ 5218 29	+ 0,6038 29	+ 0,737 30	+ 0,7710 31	+ 0,7947 31			t = 8,71	[< 0,1%] ^{xx}
III											
Säugl.	♂	1,525	0,6545	0,717	0,975	1,3167	1,5685				
1-5 Mon.	n	+ 1,145 20	+ 0,3792 22	+ 0,527 23	+ 0,722 20	+ 1,039 18	+ 1,226 19			t = 3,31	[< 1%] ^x
IV											
Säugl.	♂	1,03	1,43	1,5	1,44	1,17	1,56				
6-9 Mon.	n	0,68 28	0,90 29	0,79 30	0,49 26	0,27 28	1,1 32			t = 2,01	[< 5%] ^x
V											
Kleinkd.	♂	4,167	4,710	5,194	4,959	4,733	5,230				
16-22 M.	n	+ 1,707 14	+ 1,514 12	+ 0,866 12	+ 1,185 11	+ 0,693 7	+ 1,104 11			t = 1,79	[> 5%] nicht sign.

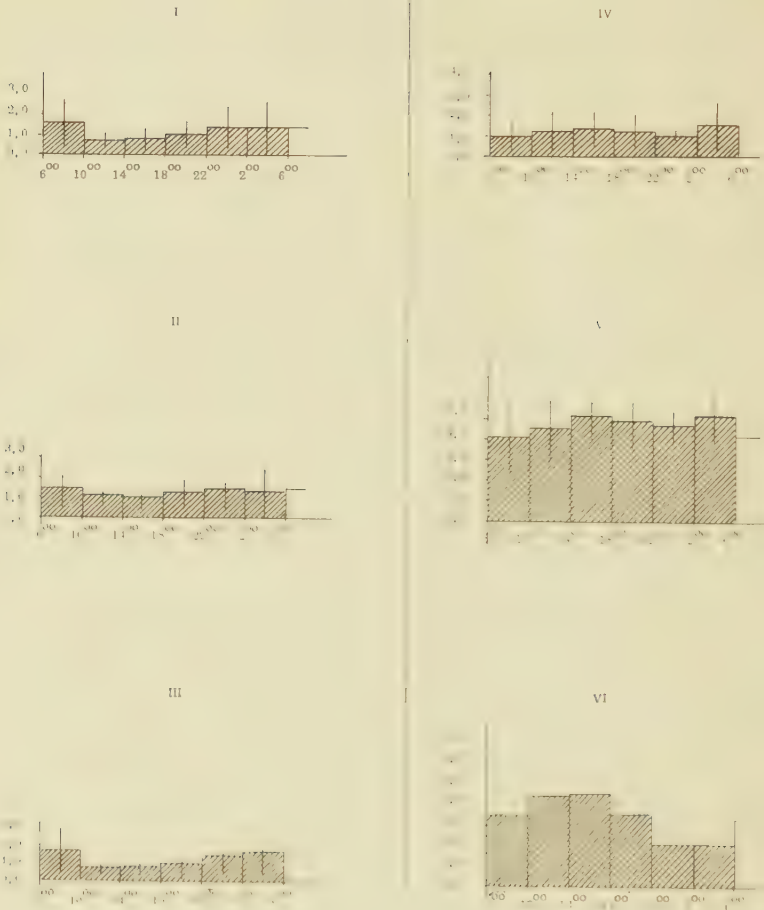


Abb. IV: Die Abbildung IV enthält die Ergebnisse aus Tabelle 30. Für jede Altersgruppe ist die Chloridkonzentration im Harn über 24 Stunden eingezeichnet. Die hellen Säulen bedeuten jeweils eine 4-Std.-Periode. Die Streuung ist durch senkrechte Striche gekennzeichnet.

Eine Rhythmik der Chlorkonzentration ist in keiner der untersuchten Altersgruppen zu erkennen.

Die folgenden Tabellen und Abbildungen geben uns die Untersuchungsergebnisse der Chlorausscheidungswerte.

Tabelle 37:

Die Tabelle 37 gibt ein Übersichtsbild der Chlorgesamtmenge des bei Tag und Nacht ausgeschiedenen Urins. Das arithmetische Mittel AM bei n Messungen und die Streuung sind bei den verschiedenen Altersgruppen angegeben. Die Differenz zwischen A und B und deren Signifikanzprüfung mittels t-Funktion ermöglicht einen Vergleich der Tagesausscheidung mit der Nachtausscheidung. Die Differenzen zwischen A und B bzw. die Diff. zwischen I, II-II, III usw. in den einzelnen Gruppen geben Aufschluss über das Verhalten der Altersgruppen zueinander.

CHLOR - GESAMTMENGE
Tabelle 37

	I Frühgeborene			Diff. I, II		II Neugeborene 1-2 L. Woch.			Diff. II, III		III Säuglinge 1-5 Mon.			Diff. III, IV	
	AM	♂	n	t=4,47		AM	♂	n	t=0,393		AM	♂	n	t=4,26	
A Tagwerte	73,0	+0,2	19	41,5		114,5	75,4	29	9,0		123,5	91,1	24	137,5	
Diff. A, B	9,5			46,9							10,5				
	t=0,837			t=2,12							t=0,344				
B Nachtwerte	AM	♂	n	t=9,2		AM	♂	n	t=1,49		AM	♂	n	t=4,33	
	82,5	+30	20	78,9		161,4	91	28	484		113	110,1	23	117	
	IV Säuglinge 6-9 Mon.			Diff. IV, V		V Kleinkind 16-22 Mon.			Diff. V, VI		VI Schulkind 14 Jahre				
A Tagwerte	AM	♂	n	t=4,33		AM	♂	n	t=2,74		AM	♂	n		
	261	136	30	397		658	358	16	401		1059	338	9		
Diff. A, B	31			202							647				
	t=1,14			t=2,07							t=4,87				
B Nachtwerte	AM	♂	n	t=6,16		AM	♂	n	t=0,561		AM	♂	n		
	230	100,0	46	226		456	187	17	44		412	173	8		

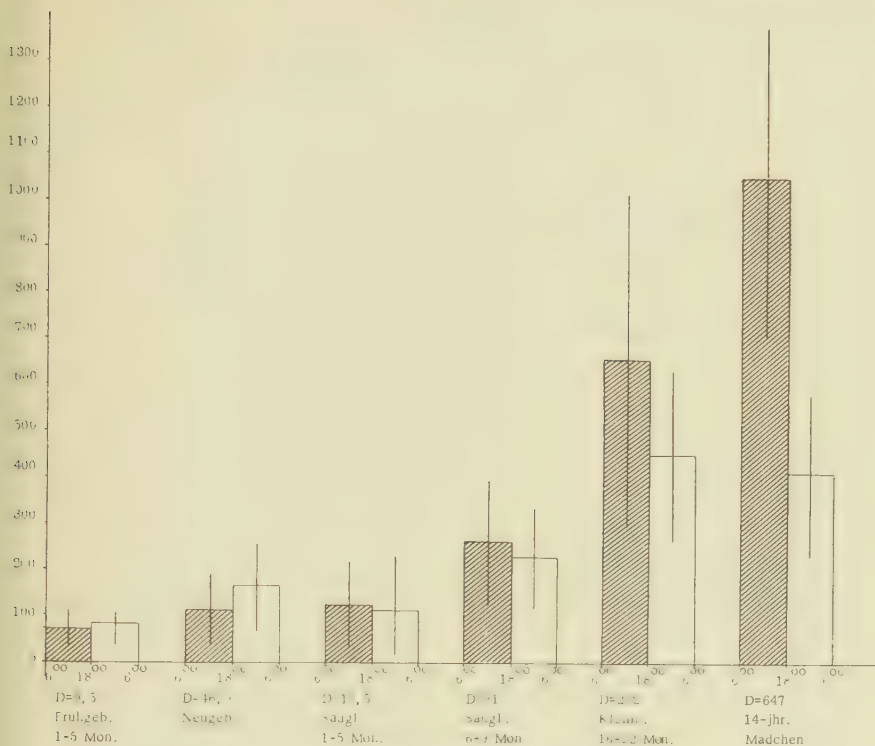


Abb. 5: In Abbildung 5 sind diese Ergebnisse graphisch dargestellt. Wobei die Nachtwerte in Säulen angegeben sind und die Streuung durch senkrechte Striche gekennzeichnet ist.

Wie bei der Chlorkonzentration bestimmten und verglichen wir auch hier zunächst die Tag- und Nachtwerte miteinander. In weiteren Untersuchungen wurde das Verhalten der Chlorausscheidung während der 4-Std.-Perioden beobachtet.

Tabelle 32

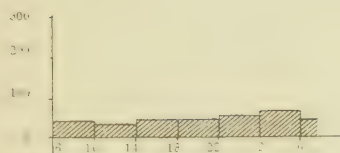
G - Berechnungen										Chlor Gesamtmenge	
		6.00	10.00	14.00	18.00	22.00	2.00				
I	A	24,091	22,273	17,555	17,778	22,059	23,863				
Frühgeb.	G	+ 15,35	15,72	+ 9,56	+ 12,83	+ 13,18	+ 10,570			t = 1,55	[< 5%]
1-5 Mon.	n	22	22	423	23	17	22				
II	A	43,06	39,14	43,48	46,5	54,919	63,94				
Neugeb.	G	+ 31,395	+ 29,89	38,28	36,45	42,780	57,100			t = 2,09	[> 5%]
-3 Woch.	n	27	29	29	30	31	33				
III	A	60,75	48,4095	31,087	28,00	25,00	64,500				
Säugl.	G	+ 46,11	+ 38,160	+ 19,50	+ 20,03	+ 21,60	+ 40,695			t = 3,68	[< 0,1%]
1-5 Mon.	n	20	22	23	20	18	20				
IV	A	115	76	82	39,2	101	88				
Säugl.	G	90,8	55	75,3	32,8	77	24,5			t = 4,16	[< 0,1%]
6-9 Mon.	n	28	29	30	27	27	32				
V	A	273,36	264,17	322,18	166,09	215,86	388,36				
Kleinkd.	G	+ 194,30	+ 114,50	+ 113,5	+ 118,10	+ 106,00	+ 137,1			t = 4,07	[< 0,1%]
16-22 Mon.	n	14	12	11	11	7	11				

Abbildung 6

I Fröhenb. 1-9 Mon.



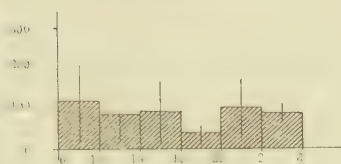
II Neugeb.



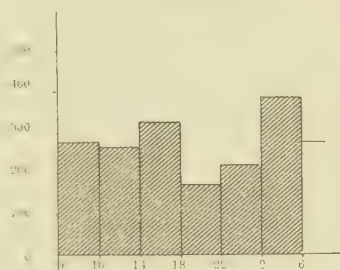
III Säugling 1-9 Mon.



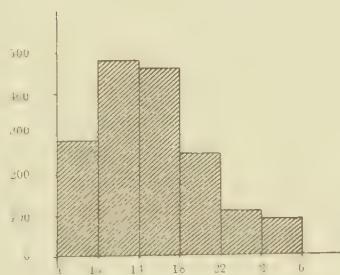
IV Säugling 6-9 Mon.



V Kleinkind 16-22 Mon.



VI 14-jähr. Mädchen



Während bei der Harnkonzentration nur geringe tageszeitliche Unterschiede gefunden wurden, zeigte die Untersuchung der Chlorgesamtausscheidung sowohl bei der Einteilung in Tag- und Nachtperioden als auch bei der 4-Std.-Beobachtung folgende interessanten Ergebnisse:

So fanden wir bereits einen sehr signifikanten Unterschied in der Chlorausscheidung zwischen den Frühgeborenen im Alter von 1-5 Mon. und den Neugeborenen (1-2 L. W.) und zwar scheiden die schon älteren Frühgeborenen immer noch weniger Chlor aus als die Neugeborenen. Die nächtliche Ausscheidung ist bei beiden Gruppen übereinstimmend grösser. Demgegenüber wurde bei den normalgeborenen Säuglingen im Alter von 1-5 Mon. bereits nachts bedeutend weniger Chlor ausgeschieden als tagsüber. Mit zunehmendem Alter wurde diese Differenz zwischen Tag- und Nachtwert grösser. Die älteren Säuglinge im Alter von 6-9 Mon. scheiden wesentlich mehr Cl aus als junge Säuglinge. Diese Diff. zwischen Gruppe III und IV ist statistisch sehr signifikant.

In den Gruppen I-III bestanden keine deutlichen Tag-Nachtunterschiede in der Chlorausscheidung. In Gruppe IV beobachten wir zwar eine Mehrausscheidung zur Tageszeit, die sich jedoch noch nicht statistisch sichern liess.

Die Untersuchung der Chlorgesamtausscheidung in 4. -Std. -Abschnitten lässt bei Frühgeborenen noch keinerlei Tagesrhythmik erkennen (Abb. 6, I). Der Unterschied vom höchsten Wert zum niedrigsten Wert ist auch auf der Kurve kaum zu ersehen, und erwies sich auch rechnerisch als nicht signifikant. Auch die Werte der Neugeborenen (Abb. 6, II) lagen dicht beieinander. Ein ange deuteter Maximalwert zwischen 2 und 6 Uhr verglichen mit dem niedrigsten Wert zwischen 10 und 14 Uhr ergab nur einen wahrscheinlich signifikanten Unterschied. Normalgeborene junge Säuglinge (Abb. 6, III) wiesen dagegen schon einen sehr signifikanten Unterschied auf zwischen dem Maximum und Minimum ihrer Kurven. Das Maximum lag zwischen 2 und 6 Uhr, das Minimum der Chlorgesamtausscheidung zwischen 22 und 2 Uhr. In der Kurve sind bereits geringe tagesperiodische Ausscheidungsunterschiede zu erkennen.

Noch deutlicher trat eine Tagesrhythmik bei den älteren Säuglingen in Erscheinung (Abb. 6, IV). Die niedrigsten Werte liegen zwischen 18 und 22 Uhr. Von 22 bis 2 Uhr hatten wir einen Ausscheidungsgipfel, der gegen morgens von 2-6 Uhr wieder etwas absinkt, um dann zwischen 6 und 10 Uhr am Vormittag wieder anzusteigen und bis 18 Uhr abends hoch zu bleiben.

Kleinkinder im Alter von 10-22 Mon. zeigen eine ähnlich verlaufende, jedoch wesentlich stärker ausgeprägte Kurve (Abb. 6, V).

Ebenso liess die Chlorausscheidung des 14. - jhr. Kindes deutliche tageszeitliche Unterschiede erkennen. So stieg die Chloreliminierung von 6 Uhr an, erreichte gegen 10 bis 14 Uhr den Maximalwert, um von da an laufend zur Nacht hin kleiner zu werden. Der Minimalwert wurde zu der Periode zwischen 2 und 6 Uhr ermittelt.

Zusammenfassend lässt sich daher feststellen, dass die absolut ausgeschiedene Gesamtmenge mit zunehmendem Lebensalter ansteigt, wobei Neugebo-

rene sowie 1-5 Monate alte normalgeborene Säuglinge und Frühgeburten annähernd gleiche Mengen eliminieren. Weiterhin bildet sich bei den älteren Säuglingen und in den späteren Altersstufen eine stärker werdende Tag-Nachtrhythmik der Chlorausscheidung heraus, die etwa im Alter von 5-9 Monaten erstmals erkennbar wird. Das Maximum der Ausscheidung lag dabei um 10-18 Uhr, der Minimalwert zwischen 18-22 Uhr.

3. WASSERSTOFFIONENKONZENTRATION

Tabelle 27 gibt eine Übersicht über die Höhe der Wasserstoffionenkonzentration im Harn zur Tages- und Nachtzeit. Das arithmetische Mittel, AM, die Streuung σ und die Anzahl (n) der Messungen sind bei den verschiedenen Altersgruppen angegeben. Ein Vergleich der Tagwerte mit den Nachtwerten wird durch die Differenz AB mittels t-Funktion möglich.

Die Altersgruppen untereinander werden mittels t-Funktion der Differenzen I, II bzw. II, III usw. verglichen.

In Abbildung 7 sind die Ergebnisse der Tabelle 27 aufgezeichnet. Die Tag- bzw. Nachtperioden sind in Säulen angeordnet. Die Streuung ist durch senkrechte Striche gekennzeichnet.

Tabelle 28 zeigt die Wasserstoffionenkonzentration des in 4.-Std.-Portionen abgemessenen Harns. Für jede Messperiode ist das AM, die Streuung und die Anzahl n der Messungen angegeben. Die t-Funktion wurde aus dem höchsten und niedrigsten Wert der betreffenden Altersstufe errechnet.

Die Abbildung 8 enthält die Ergebnisse aus Tabelle 28. Die Wasserstoffionenkonzentration des in 4.-Std.-Portionen abgemessenen Harns ist durch Säulen angegeben, die Streuung σ durch senkrechte Striche gekennzeichnet.

Tabelle 33:

In der Tabelle 33 sind für jede Altersstufe die arithmetischen Mittelwerte (AM) der Wasserstoffionenkonzentration des während des Tages (A, 6-18 Uhr) und während der Nacht (B, 18-6 Uhr) ausgeschiedenen Harnes angegeben.

Ferner ist für jede Altersgruppe die Streuung (σ) der Einzelwerte vom arithmetischen Mittelwert und die Zahl der Tagesverläufe (n), die zur Berechnung des arithmetischen Mittels der jeweiligen Gruppe zur Verfügung standen.

Ferner wurde in die Tabelle die Differenz eingetragen zwischen dem arithmetischen Mittelwert der Wasserstoffionenkonzentration im Harn am Tag und dem arithmetischen Mittelwert der Wasserstoffionenkonzentration in der Nacht (Diff. AM. A-B). Weiterhin ist die Differenz zwischen den arithmetischen Mitteln der Wasserstoffionenkonzentration im Harn von je zwei benachbarten Gruppen (Diff. AM I, II - II, III) angegeben. Von jeder Differenz wurde ausserdem die Signifikanz ermittelt und in die Tabelle 33 eingetragen.

WASSERSTOFFIONEN - KONZENTRATION

(Bestimmung elektrometrisch mit Acidometer nach Dr. B. Lange)

(Bestimmung elektronetrisch mit Acidometer nach Dr. B. Lange)

Tabelle 33

[illegible]

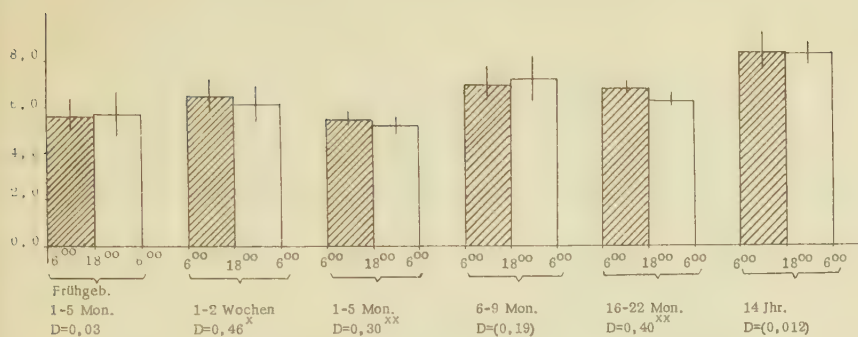


Abb. 7: Tag- und Nachtunterschiede in der Wasserstoffionenkonzentration im Harn bei den Kindern der einzelnen Altersstufen gemessen. Die hellen Säulen zeigen die Chloridkonzentration am Tage. Die dunklen Säulen zeigen die Wasserstoffionenkonzentration während der Nacht. Die Streuung ist vom oberen Ende jeder Säule durch einen senkrechten Strich gekennzeichnet.

Die Tag-Nachtunterschiede der Wasserstoffionenkonzentration sind in Gruppe III und IV sehr signifikant. Die Gruppe II zeigt einen signifikanten Unterschied.

Tabelle 34:

In der Tabelle 34 sind für jede Altersgruppe die arithmetischen Mittelwerte (AM) der Wasserstoffionenkonzentration des in 4.-Std.-Perioden ausgeschiedenen Harns angegeben.

Ferner ist für jede Altersgruppe die Streuung (σ) der Einzelwerte vom arithmetischen Mittelwert und die Zahl der Tagesverläufe, die zur Berechnung des arithmetischen Mittels bzw. der Streuung der jeweiligen Gruppe zur Verfügung standen.

Weiterhin wurde die t-Funktion eingetragen, welche aus dem höchsten und niedrigstem Wert der gemessenen 4.-Std.-Portionen entstand.

Zeichenerklärung:

- () = nicht signifikant
()^x = wahrscheinlich signifikant
x = signifikant
xx = sehr signifikant

Die Untersuchung der Wasserstoffionenkonzentration des ausgeschiedenen Harns, eingeteilt in Tag- und Nachtperioden ergab folgende Untersuchungsergebnisse:

Beim frühgeborenen jungen Säugling erhielten wir ein Ph um 5,7 sowohl zur Tageszeit als auch zur Nachtzeit. Demgegenüber zeigten die Neugeborenen einen signifikanten Unterschied in dem höheren Ph-Wert des Tagharns und dem niederen Wert des Nachtharns. Auch der normalgeborene junge Säugling zeigte ein Ph um 5,5 zur Tageszeit und zur Nachtzeit ein Ph um 5,2. Dieser Unterschied erwies sich ebenfalls als sehr signifikant. Den gleichen sehr signifikanten Unterschied erhielten wir bei unseren Kleinkindern (16-22 Mon.). Beim älteren Säugling (6-9 Mon.) dagegen fanden wir diesen Unterschied nicht. Auch nicht bei unserem 14-jähr. Kind.

Bei unseren 4-Std.-Untersuchungen lagen die Werte so dicht zusammen, dass wir in Gruppe I, II und III keine tageszeitlichen Unterschiede erkennen konnten. Bei den älteren Säuglingen zeigt der höchste 4-Std.-Wert zwischen 18 und 22 Uhr, verglichen mit dem niedrigsten Wert zwischen 14 und 18 Uhr einen sehr signifikanten Unterschied. Beim Kleinkind sind die einzelnen Werte ohne deutlichen Unterschied und die Differenz zwischen 6 und 10 Uhr, dem Maximum, und zwischen 22 und 2 Uhr, dem Minimum, ist nur wahrscheinlich signifikant.

Eine zusammenfassende Betrachtung dieser Ergebnisse lässt erkennen, dass in allen Altersstufen nur geringe tageszeitliche Unterschiede in der Wasserstoffionenkonzentration des ausgeschiedenen Harnes beobachtet worden sind. Inwieweit dieser Befund durch die mehrstündige Aufbewahrung des Harns bis zur Messung mitbedingt ist, kann an Hand unserer Untersuchungen nicht festgestellt werden. Erfahrungen an frisch gemessenen Urinproben sprechen jedoch dafür, dass sich im Verlaufe einer längeren Aufbewahrungszeit durch chemische Prozesse und bakterielle Verunreinigung trotz Kühlung des Untersuchungsgutes Veränderungen im

P_h
Tabelle 34

		6.00	10.00	14.00	18.00	22.00	2.00	
I								
Frühgeb.	A	5,83	5,8691	5,897	5,9868	5,8312	5,9833	
1-5 Mon.	♂ n	+ 0,2482 20	+ 0,4532 21	+ 1,1475 17	+ 1,25 19	+ 0,355 17	+ 0,351 21	t = 0,300 [> 5%]
II								
Neugeb.	A	5,9616	6,1346	6,0821	6,0776	6,0714	6,1900	
-3 Woch.	♂ n	+ 0,82 26	+ 0,70 26	+ 0,59 28	+ 0,22 29	+ 0,66 28	+ 0,65 30	t = 1,15 [> 5%]
III								
Säugl.	A	5,0306	5,1371	4,9823	4,9346	4,9780	4,8855	
1-5 Mon.	♂ n	+ 0,50 31	+ 0,91 31	+ 0,50 31	+ 0,46 26	+ 0,45 25	+ 0,43 31	t = 1,39 [> 5%]
IV								
Säugl.	A	6,37	6,18	5,88	8,27	7,29	6,48	
6-9 Mon.	♂ n	0,93 27	2,24 30	1,02 29	0,98 25	1,3 27	1,26 32	t = 8,75 [< 0,1%]
V								
Kleinkd.	A	6,55	6,13	6,16	6,08	5,81	5,88	
16-22 Mon.	♂ n	+ 0,69 14	+ 0,49 12	+ 0,41 12	+ 0,3027 10	+ 0,5027 7	+ 0,3904 11	t = 2,52 [< 5%]

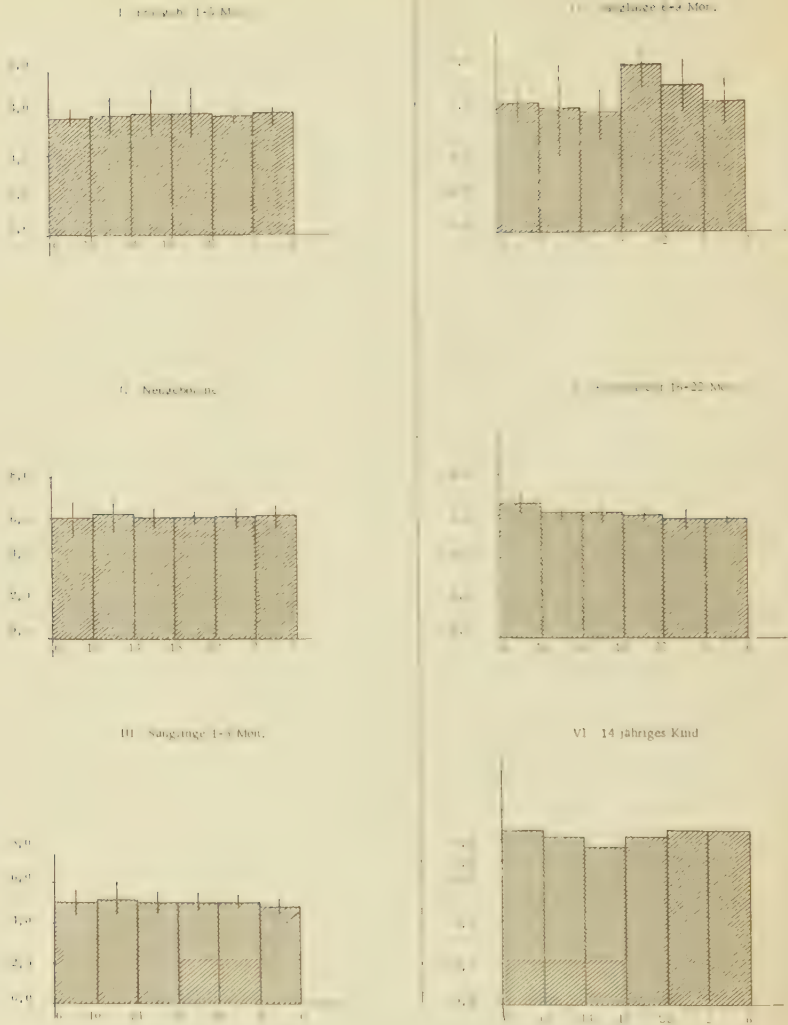


Abb. 8: Die Abbildung 8 enthält die Ergebnisse aus Tabelle 34. Für jede Altersgruppe ist die Wasserstoffionenkonzentration im Harn über 24 Stunden eingezeichnet. Die hellen Säulen bedeuten jeweils eine 4-Std.-Periode. Die Streuung ist durch senkrechte Striche gekennzeichnet.

Eine Rhythmik der Wasserstoffionenkonzentration ist in keiner der untersuchten Altersgruppen zu erkennen.

Ph ergeben. Leider liess unsere Versuchsanordnung eine sofortige Messung des Ph nicht zu, so dass die hier wiedergegebenen Werte unter diesem Vorbehalt betrachtet werden müssen.

IX. LITERATURANGABEN UND EIGENE ERGEBNISSE

Diese Untersuchungsergebnisse stimmen im wesentlichen mit den in der Literatur angegebenen Untersuchungen überein, soweit diese an Probanden ausgeführt wurden, welche dem Alter unserer Kinder und den Untersuchungsbedingungen entsprachen.

So tritt die verminderte nächtliche Harnsekretion, die BOSCH (4) bei Kindern im Alter von 4-5 Mon. bereits feststellte, nach unseren Untersuchungen in der Gruppe der normalgeborenen Kinder im Alter von 1-5 Mon. erstmalig auf und ist bei allen älteren untersuchten Probanden vorhanden. FRÖBA (13) beobachtete bei den von ihm untersuchten Kindern, dass eine Tagesperiodik der Harnausscheidung etwa vom 6. Lebensmonat an deutlich wird. Auf Grund ihrer Untersuchungen an sechs Säuglingen kamen HUNGERLAND und EVERKE (23) zum gleichen Ergebnis. Interessant erscheint uns die Beobachtung, dass Frühgeborene im Gegensatz zu Normalgeborenen im Alter von 1-5 Mon. noch keine tageszeitlichen Verschiedenheiten ihrer ausgeschiedenen Hammengen erkennen lassen.

Bei der kontinuierlichen Untersuchung der Chloreliminierung im Harn unserer Probanden konnten wir erstmals bei Kindern in Übereinstimmung mit den von HEGAR (20) und JORES (24) bei Erwachsenen gefundenen Werten eine Tagesperiodik im Kindesalter feststellen. Diese wurde bei den von uns untersuchten Säuglingen erst im Alter von 6-9 Mon. deutlich, trat also wesentlich später auf, als die tageszeitlichen Unterschiede in der Wasserausscheidung. Daraus lässt sich ableiten, dass die Niere offenbar für die Chlorausscheidung erheblich später voll funktionstüchtig wird, als für die Wasserausscheidung. Ein Vergleich mit den Untersuchungen von KATHAN, der an den gleichen Urinproben die Bestimmung von Phosphor, Kreatin und Kreatinin vorgenommen hat, zeigt uns, dass die Niere auch für diese Stoffe eine an den Körperstoffwechsel angepasste Funktion in unterschiedlichen Lebensaltern entwickelt. So wurde von KATHAN erstmals bei den 9-20 Wochen alten Säuglingen eine angedeutete Tagesperiodik der Phosphorausscheidung festgestellt, während ausgeprägte tageszeitliche Unterschiede erst im Alter von 3-6 Monaten auftraten. Demgegenüber zeigte die Ausscheidung von Kreatin und Kreatinin erst im Alter von 16-22 Mon. einen tagesperiodischen Verlauf, mit einem ersten Gipfel zwischen 8 und 12 Uhr und einem zweiten Höhepunkt gegen 24 Uhr. Dieses relativ späte Aufkommen eines tagesperiodischen Verhaltens ist wahrscheinlich nicht nur abhängig von der reifenden Funktion der Niere, sondern eher eine Folge der in diesem Lebensalter schon recht ausgeprägten Muskelaktivität, die ebenfalls einen Vormittags- und einen Nachmittagsgipfel aufweist.

Im Gegensatz zur Ausscheidung von Kreatin und Kreatinin ist bei der

Natrium- und Kalium-Ausscheidung (FUNK (15), HOHAUS (20)) eine tageszeitliche Unterschiedlichkeit bereits im Alter von 3-5 Mon. festzustellen. Das Maximum der Natriumausscheidung zeigte sich dabei gegen 8 Uhr morgens, während die Kaliumausscheidung erst gegen 12 Uhr ihren Gipfelpunkt erreichte. In diesem Zusammenhang sind die Beobachtungen von HALBERG (17) sehr interessant, der bei Erwachsenen morgens um 9³⁰ eine Höchstausscheidung an 17-Ketosteroiden feststellen konnte, wobei die absolute Eosinophilenzahl zur gleichen Zeit ihr Minimum erreichte, um in den späteren Tagesstunden wieder auf höhere Werte anzu- steigen. Wenn auch diese Untersuchungen nicht unbedingte Rückschlüsse auf die Verhältnisse beim Kind zulassen, so sind sie doch ein interessanter Hinweis auf die Zusammenhänge zwischen Hormonhaushalt und Salz-Wasser-Regulierung durch die Niere.

Abschliessend können wir daher feststellen, dass die von uns festgestellte Entwicklung tageszeitlicher Unterschiede der Wasser- und Chloridausscheidung im Neugeborenen- und Säuglingsalter zwanglos in das Bild einordnen lässt, das die bisherigen Untersuchungen anderer Autoren uns von der physiologischen Entwicklung der Nierenfunktion vermittelten.

X. ZUSAMMENFASSUNG

Durch fortlaufende, vierstündliche Harnuntersuchung bei 18 Kindern im Alter von 2 Tagen bis 20 Monaten wurde die Entwicklung der renalen Ausscheidung von Wasser und Chlor durch die Niere anhand von 151 Tagesverläufen und 2718 Einzelbestimmungen beobachtet. Weiterhin wurden die tageszeitlichen Unterschiede der Wasserstoffionen-Konzentration im Harn bei den verschiedenen Lebensaltersstufen fortlaufend gemessen.

Im einzelnen lassen die Untersuchungsergebnisse erkennen, dass bei Frühgeborenen im Alter von 1-5 Monaten wie auch bei Neugeborenen noch keine Tag-Nachtunterschiede in der Harnausscheidung vorhanden waren. Bei den älteren Säuglingen im Alter von 1-5 Monaten konnte jedoch nachts eine deutlich verminderte Harnmenge nachgewiesen werden. Dabei lag das Maximum der Ausscheidung bei 4-stündlicher Messung zwischen 10 und 14 Uhr, der Minimalwert wurde zwischen 22 und 2 Uhr gemessen. In den späteren Lebensaltern war ebenso wie bei den 1-5 Monate alten Säuglingen eine deutliche Mehrausscheidung am Tage zu beobachten. Auch in diesen Altersstufen zeigte sich der Maximalwert bei 4-stündlicher Messung in den Vormittagsstunden, während die niedrigsten mittleren Harnmengen zwischen 18 und 2 Uhr gemessen wurden.

Die Bestimmung der Chlor-Ausscheidung ergab erst bei den 16-22 Monate alten Kindern einen deutlichen Tag-Nacht-Unterschied, im Sinne einer nächtlichen Ausscheidungsverminderung, die auch bei unserem 14-jährigen Probanden gefunden wurde. Die 4-stündliche Bestimmung der Chlormengen liess dabei das Ausscheidungsmaximum zwischen 6 und 18 Uhr, das Ausscheidungsminimum zwischen 18 und 22 Uhr deutlich werden. Bei der 14-jährigen Probandin war die höchste Ausscheidungsmenge zwischen 10 und 14 Uhr, die niedrigste zwischen 2 und 6 Uhr gefunden worden.

Auch die Ermittlung der Chlorkonzentration zeigte erst im Alter von 16-22 Monaten einen signifikanten Tag-Nacht-Unterschied, im Sinne einer nächtlichen Konzentrationsminderung. Anhand dieser Befunde und Angaben aus der neueren Literatur wird die Annahme diskutiert, dass die Niere des heranwachsenden Säuglings für die verschiedenen Ausscheidungsfunktionen zu unterschiedlichen Lebensaltern erst ihre volle Funktion entwickelt.

Im Gegensatz zu diesen Befunden konnte bei der Untersuchung der Wasserstoffionen-Konzentration in keiner der untersuchten Altersstufen ein signifikanter Tag-Nacht-Unterschied gefunden werden. Vielmehr zeigten die Messergebnisse bei fast allen untersuchten Kindern gleichmässig zu allen Tagesstunden einen Wert um Ph 6. Eine geringe Ausnahme davon machten die 1-5 Monate alten Säuglinge mit einem Wert von Ph 5 und der 14-jährige Proband mit einem Wert um Ph 8. Da die Versuchsanordnung eine unmittelbare Messung der Wasserstoffionen-Konzentration nach Gewinnung des Harns nicht zulies, erhebt sich die Frage, inwieweit diese geringen Tag-Nacht-Unterschiede durch chemische Veränderungen des bei Eisschranktemperatur aufbewahrten Harns bedingt waren.

XI. LITERATUR

- 1) BARGMANN, W., SCHARRER, E.
The site of origin of the hormones of posterior pituitary.
Amer. Scientist 39, 255 (1951)
- 2) BANSI, H. W.
Med. Kl. 52, Nr. 23 (1957)
- 3) BORST, J. G. G. und DEVRIES, L. A.
Lancet (1950)
- 4) BOSCH, O.
Über Ursache und Verlauf kurzfristiger und tagesperiodischer Schwankungen im Wasserhaushalt des Säuglings.
Zeitschr. f. Khk. 49, 316 (1930)
- 5) BROCK, J.
Biologische Daten für den Kinderarzt, Bd. II, Heidelberg, Springer-Verlag (1954)
- 6) BROADHURST, H. C., LEATHES, J. B.
zitiert nach Jores
- 7) CAMPBELL, K.
Fluid and electrolyte problems in the newborn.
Med. J. of Australia, S. 201-203 (1953)
- 8) CAMERER, SÖLDNER, STEINITZ
Die chemische Zusammensetzung des Neugeborenen.
Zeitschr. f. Biologie 39
- 9) Mc CANCE, R. A. und YOUNG, W. F.
The secretion of urine by newborn infants.
J. of Physiol. 99, 265-282 (1941)
- 10) CAMPBELL, J. A., WEBSTER, T. A.
Note of urinary tides and excretory rhythm.
Biochemic. J. 16, 504 (1922)
- 11) DROESE, W.
Die Regulation bei Alkalose und Acidose.
Mschr. f. Khk. 106, III, 172 (1958)
- 12) DROESE, W.
Der Säure-Basen-Haushalt der Frühgeburten und seine Besonderheiten in der plasma-cellulären Pneumonie.
Helvet. paediatr. acta, Ser. C, 10, 97, (1955)
- 13) FRÖBA, M.
Über die Diurese im Säuglings- und Kleinkindesalter unter Berücksichtigung des Rhythmus' und ihrer Beeinflussung durch Salzgaben.
Jhrb. f. Khk. (1938), Bd. 101, Heft 1, S. 27
- 14) FANCONI, WALGREEN
Lehrbuch

- 15) FUNK Diss. München
- 16) FREY, E. Nierentätigkeit und Wasserhaushalt, Springer-Verlag
 (1951)
- 17) HALBERG Physiologie 24-hour periodicity; General and Proce-
 dural considerations with reference to the adrenal
 cycle.
 Zschr. für Vitamin, Hormon und Fermentforschung,
 Bd. X (1959) Heft 3/4
- 18) HELLBRÜGGE, LANGE, RUTENFRANZ
 Über die Entwicklung von tagesperiodischen Verände-
 rungen der Pulsfrequenz im Kindesalter.
 Z.f.KHk. 78, 703 (1956)
- 19) HELLER, H. Die HHL und NNR-Hormone während der ersten Lebens-
 zeit im Zusammenhang mit der Regulation des Wasser-
 haushaltes.
 Mschr. f. KHk. 106, III (1958)
- 20) HEGAR zit. nach Speck
- 21) HOHAUS Diss. München
- 22) HESS, W.R. Die funktionelle Organisation des vegetativen Nerven-
 systems, Basel (1948)
- 23) HUNGERLAND, EVERKE
 zitiert nach Brock
- 24) JORES, A. Physiol. und Pathol. der 24-Std.-Rhythmen des Men-
 schen. Erg. inn. Med. und KHk. 48, 574 (1935)
- 25) KATHAN Diss. München
- 26) KLAGES, L. zit. nach Wacholder
- 27) KLEITMANN, SIMPSON, CAMPBELL
 zit. nach Jores
- 27) KLEITMANN, A. JORES zit. nach Jores
- 28) KLEITMANN, und KROETZ .zit. nach Jores
- 29) LANGE, J. Diss. München
- 30) LEATHES, CATHCARD zit. Jores
- 31) MÜLLER, SEIFERT Lehrbuch

- 32) PITTS, R.F. Science 102, 49 und 81 (1945), Amer. J. Med. 356 (1950)
- 33) PUTZIG, H. und VOLLMER, H. Physiolog. Tagesschwankungen des Körpergewichts im Säuglingsalter und der Körpertemperatur im Säuglingsalter
Zschr. f. KHk. 37 (1924)
- 34) QUINKE, WENDT zit. nach Jores
- 35) ROSENKRANZ, A. Über Untersuchungen der renalen Elektrolythauscheidung zur Beurteilung einiger tubulärer Nierenfunktionen. Mschr. Kinderh. 106 VI, 199 (1958)
- 36) RITTER, E.R. Amer. J. Physiol. 168, 480 (1952)
- 37) ROBINSON, J.R. Reflektions on renal funktion. Blackwell, Oxford
- 38) RODEK, H. Die Entwicklung der neurosekretorischen Regulation des Wasserhaushaltes beim Säugling.
Mschr. f. KHk. 106, III 87-90 (1958)
- 39) RUTENFRANZ, HELLBREÜGGE, NIGGESCHMID Über die Tagesrhythmik des elektrischen Hautwiderstandes bei 11-jähr. Kindern
Z. f. KHk. 78, 144 (1956)
- 40) SMITH, Homer Principles of renal physiologie.
Oxford Univ. Press, New York (1956)
- 41) SMITH, C.A. The physiol. of the newborn infant. Springfield USA
Charles Thomas publisher
- 42) SPECK zit. nach Jores
- 43) STEHR, K., RUTENFRANZ, J. Über die Wirkung von Hypophysenimplantation bei einem Kind mit Diabetes insipidus infolge Kraniopharyngiom. Med. Wochenschr. 14, 87 (1960)
- 43) SCHWEIG, VOGEL zit. Jores
- 44) VÖLKER, H. Über tagesperiodische Schwankungen einiger Lebensvorgänge des Menschen. Pflügers Arch. 215, 43 (1927)

NACHWORT

Für die Überlassung dieser Arbeit und die vielen interessanten Anregungen bin ich Herrn Privatdozent Dr. med. Th. HELLBRÜGGE zu grossem Dank verpflichtet.

Herrn Dr. med. K. STEHR danke ich für seinen Rat und labortechnische Hilfe bei meinen Untersuchungen, ferner für die unermüdliche Anleitung bei der Abfassung dieser Arbeit.

Herrn Dr. med. Dr. phil. J. RUTENFRANZ danke ich für seine Anleitung bei den statistischen Berechnungen.

Schliesslich möchte ich dem Direktor der Universitäts-Kinder-Poliklinik in München, Herrn Professor Dr. med. G. WEBER für die Übernahme des Correferates dieser Arbeit danken.

LEBENS LAUF

Am 17.10.1935 wurde ich, Margarete Henselmann als Tochter des Bildhauers und Akademieprofessors Jos. Henselmann und seiner Ehefrau, der Kunstmalerin Maria Rosa geb. Euler in München geboren.

Von 1941 bis 1945 besuchte ich die Volksschulen in München, Laiz/Sigmaringen und Steingaden. 1946 trat ich in das Realgymnasium am Anger ein, wo ich im Herbst 1954 die Reifeprüfung ablegte.

Im Wintersemester 1954 begann ich das Medizinstudium an der Ludwig-Maximilians-Universität zu München und bestand dort im Sommer 1960 vor dem Ausschuss für die ärztliche Prüfung das Medizinische Staatsexamen.

Seit dem 1.9.60 arbeite ich als Medizinalassistentin an der I. Universitätsfrauenklinik zu München.

